



SKRIPSI – ME141501
**ANALISIS *NEAR MISS* ANTAR KAPAL PADA
AKTIVITAS TRANSPORTASI LAUT DI SELAT MADURA
MENGUNAKAN DATA *AUTOMATIC IDENTIFICATION
SYSTEM (AIS)***

Ega Pratama Putra
4212100132

Dosen Pembimbing:
Dr. Eng.Trika Pitana, ST, M. Sc

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT– ME141501
NEAR MISS ANALYSIS ON MARINE
TRANSPORTATION ACTIVITY IN MADURA STRAIT
USE AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)
DATA

Ega Pratama Putra
4212100132

Supervisor:
Dr. Eng.Trika Pitana, ST, M. Sc

Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS NEAR MISS ANTAR KAPAL PADA AKTIVITAS TRANSPORTASI LAUT DI SELAT MADURA MENGGUNAKAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Reliability And Safety Laboratory*
(RAMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Ega Pratama Putra
Nrp. 4212 100 132

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Eng. Trika Pitana, ST, M. Sc



SURABAYA
JULI, 2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS NEAR MISS ANTAR KAPAL PADA AKTIVITAS TRANSPORTASI LAUT DI SELAT MADURA MENGGUNAKAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)

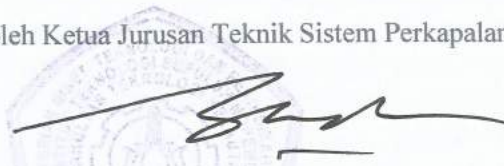
SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Reliability And Safety Laboratory*
(RAMS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Ega Pratama Putra
Nrp. 4212 100 132

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT
NIP. 197708022008011007

**ANALISIS NEAR MISS ANTAR KAPAL PADA
AKTIVITAS TRANSPORTASI LAUT DI SELAT
MADURA MENGGUNAKAN DATA AUTOMATIC
IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)**

Nama Mahasiswa : Ega Pratama Putra
NRP : 4212100132
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. Eng.Trika Pitana, ST, M. Sc

Abstrak

Dalam skripsi ini, akan dikaji mengenai analisis near miss antar kapal pada aktivitas pelayaran di Selat Madura menggunakan data AIS transportasi di era globalisasi merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat dalam menunjang segala aktivitas maupun rutinitasnya sehari-hari. Kecelakaan transportasi beberapa waktu belakangan ini secara beruntun terjadi di Indonesia baik di darat, laut maupun udara. Namun dari ketiga jenis moda tersebut yang menduduki peringkat tertinggi dalam arti seringkali terjadi-adalah di bidang transportasi laut. Dimana dalam sebuah kecelakaan selalu dihasilkan oleh kondisi near miss (accident pyramid) pada penelitian near miss antar kapal kali ini akan menggunakan metode Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO). Metode ini sangat cocok digunakan pada wilayah lalu lintas laut yang dimana wilayah laut tersebut sangat padat dan sibuk, dan pertemuan antar kapal sangat tinggi. Perhitungan vessel conflicts ranking operator berdasarkan pada data yang diperoleh dari Automatic Identification System. Terdapat tiga kondisi dalam pertemuan antar kapal yaitu kondisi saling berhadapan, menyilang, dan mendahului. Tujuan dari metode vessel conflict ranking

operator adalah untuk menilai tingkat bahaya dari setiap pertemuan antar kapal dan bisa dijadikan acuan untuk menentukan pertemuan yang termasuk kedalam kondisi near miss. Namun lebih lanjut untuk menentukan pertemuan tersebut termasuk kedalam kondisi near miss atau tidak diperlukan pendapat oleh para ahli, senior officer, mengenai panjang kapal yang menjadi acuan dalam menentukan jarak aman, dan kecepatan relatif antar kapal.

Kata kunci: AIS, Accident pyramid, Near Miss, Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO), saling berhadapan, menyilang, mendahului, Panjang kapal, Jarak antar kapal, Kecepatan relatif antar kapal, pendapat officer.

SHIP-SHIP NEAR MISS ANALYSIS ON MARINE TRANSPORTATION ACTIVITY IN MADURA STRAIT USE AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA

Name : Ega Pratama Putra
NRP : 4212100132
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Dr. Eng.Trika Pitana, ST, M. Sc

Abstract

In this thesis, would be examined the ship-ship near miss analysis on marine transportation activity in Madura strait using automatic identification system (ais) data. In globalization era, transportation become an important thing for the community to support their daily activities. In few years there are so many transportation accidents happened in Indonesia, in land transportation, marine, and air transportation. However, marine transportation is the highest ranking in transportation accidents than other type of transportation. An Accident always generated by condition of near miss (accident pyramid). On this research of ship – ship near miss analysis will use the Vessel Conflict Ranking Operator method. Vessel Conflict Ranking Operator method suitable on traffic areas of the ocean where the sea area is very crowded and busy, and very high ship – ship encounters. Vessel conflict ranking operator calculation based on automatic identification system data. There are three type of ship encounter, head on, crossing, and overtake conditions. The purpose of the Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO) method is to assess the severity of ship – ship encounters as a possible near miss. Senior officer (expert) judgement, about length of ship, ship – ship distance,

ship – ship relative speed, are needed to be a judgement of vessel encounter to determine the condition of ship encounter, in various condition of encounter, as a near miss condition.

Keywords: AIS, accident pyramid, near miss, Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO), head on, crossing, overtake, length of ship, ship – ship distance, ship – ship relative speed, expert judgement.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	8
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Tujuan Skripsi.....	9
BAB II.....	11
TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 AIS (<i>Automatic Identification System</i>)	11
2.2 Near Miss	24
2.3 Lokasi Penelitian	26
2.4 Peraturan IMO Mengenai Tabrakan.....	28
2.5 Kerangka konseptual untuk penelitian <i>near miss collisions</i> (<i>Conceptual framework for research on near miss collisions</i>)	29
2.6 Vessel Conflict Ranking Operator.....	32
2.8 K-means	35
2.9 Sistem Informasi Geografis (ArcGIS).....	38
BAB III.....	43
METODOLOGI PENELITIAN	43

3.1	Perumusan Masalah	45
3.2	Penentuan Ruang Lingkup Penelitian	45
3.3	Studi Literatur	45
3.4	Pengumpulan & Investigasi Data	46
3.5	Pengeplotan Data AIS menggunakan Arcmap (GIS) 47	
3.6	Perhitungan dengan Metode Vessel Conflict Ranking Operator.....	47
3.7	<i>K-Means Clusterring</i>	48
3.8	<i>Judgement by Senior Officer (Judgement by expert)</i> 48	
3.9	Near Miss Data Base	49
3.10	Kesimpulan Dan Saran.....	49
BAB IV		51
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Lokasi Penelitian	51
4.2	Pengumpulan Data.....	52
4.2.1.	Data AIS.....	52
4.2.2.	Investigasi Data AIS.....	57
4.2.3	Pengeplotan Posisi Kapal	59
4.3	Analisa <i>Near Miss</i> menggunakan metode <i>Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO)</i>	60
4.3.1.	Parameter Perhitungan Near Miss (Near Collission)	60
4.3.2.	Analisa <i>near miss</i> dengan metode VCRO	61

4.3.3.	Ranking dan Clustering Nilai VCRO.....	79
4.3.4.	Kondisi nyaris tubrukan (<i>Near Miss</i>).....	86
4.3.4.1.	Kondisi Haluan Saling Berhadapan (Head On)	88
4.3.4.2.	Kondisi Pertemuan Menyilang (<i>Crossing</i>)	102
4.3.4.3.	Kondisi Mendahului (<i>Overtake</i>).....	115
4.3	Penyebab <i>Near Miss</i>	129
4.4	Tindakan saat kondisi <i>Near Miss</i>	132
4.4.1.	Kondisi Haluan Saling Berhadapan (head on)	132
4.4.2.	Kondisi Pertemuan Menyilang (<i>Crossing</i>)	133
4.4.3.	Kondisi Mendahului (<i>Overtake</i>).....	134
BAB V	135
KESIMPULAN DAN SARAN	135
5.1.	Kesimpulan.....	135
5.2	Saran	138
Daftar Pustaka	139
Lampiran	141
BIODATA PENULIS.....		179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Fisik Furuno FA - 30	15
Gambar 2. 2 Perangkat penampil data NAV net VX 2	18
Gambar 2. 3 Cara Kerja Automatic Identification System ...	23
Gambar 2. 4 Accident Pyramid	25
Gambar 2. 5 Lokasi Penelitian (Selat Madura, GoogleMaps, 2016)	27
Gambar 2. 6 Alur Pelayaran Di Selat Madura (Distrik Navigasi)	28
Gambar 2. 7 Tindakan Pencegahan Tubrukan (IMO).....	29
Gambar 2. 8 Kerangka Kerja Anlisis Near Miss menggunakan Metode VCRO	30
Gambar 2. 9 Jenis Phase (Phase Negative – Phase Positive)	35
Gambar 2. 10 Tampilan ArcMap (GIS)	41
 Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian	43
Gambar 3. 2 Lanjutan Flowchart Metodologi Penelitian	44
 Gambar 4. 1 Lokasi penelitian (Google Maps, 2016).....	52
Gambar 4. 2 Rangkaian Automatic Identification System Yang terpasang Di Lab Keandalan & KESelamatan JTSP....	53
Gambar 4. 3 Lokasi penelitian tugas akhir (Google maps, 2016)	57
Gambar 4. 4 Densitas trafik Selat Madura selama tahun 2015	59
Gambar 4. 5 Pengeplotan Posisi Kapal Menggunakan ArcMap (GIS)	60
Gambar 4. 6 Rasio kondisi pertemuan antar kapal di Selat Madura pada 8 April 2015	62
Gambar 4. 7 Posisi Kapal Anassa Ioanna dan Sinabung	63
Gambar 4. 8 Perubahan Jarak antara Anassa Ioanna dan Sinabung	64
Gambar 4. 9 Perubahan kecepatan relatif antara Anassa Ioanna dan Sinabung.....	64

Gambar 4. 10 Nilai Vessel conflict ranking operator (VCRO) pada pertemuan Anassa Ioanna dan Sinabung.....	65
Gambar 4. 11 Posisi kapal Asia Inovator dan Labobar.....	67
Gambar 4. 12 Perubahan kecepatan relatif antara Asia Inovator dan Labobar	68
Gambar 4. 13 Perubahan jarak antara Asia Inovator dan Labobar	68
Gambar 4. 14 Nilai VCRO pada pertemuan antara Asia Innovator dan Labobar	69
Gambar 4. 15 Posisi kapal Musi River dan Shanghai Waigaoqiao 1340	70
Gambar 4. 16 Perubahan jarak antara musu river dengan shanghai waigaoqiao 1340.....	71
Gambar 4. 17 kecepatan relatif antara musu river dengan shanghai w 1340	71
Gambar 4. 18 Nilai VCRO pada pertemuan Musi River dengan Shanghai Waigaoqiao 1340.....	72
Gambar 4. 19 Posisi kapal MV. Hijau Terang dan Meratus Sumba	73
Gambar 4. 20 Perubahan jarak antara MV. Hijau Terang dan Meratus Sumba	73
Gambar 4. 21 Kecepatan relatif antara MV. Hijau Terang dengan Meratus Sumba.....	74
Gambar 4. 22 Nilai VCRO pada pertemuan MV. Hijau Terang dengan Meratus Sumba.....	75
Gambar 4. 23 Posisi kapal Meratus Batam dan Meratus Kalabahi	76
Gambar 4. 24 Perubahan jarak antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi	77
Gambar 4. 25 Perubahan kecepatan relatif antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi.....	77
Gambar 4. 26 Perubahan phase antara Meratus Batam dengan Meratus Kalabahi	78

Gambar 4. 27 Nilai VCRO pada pertemuan antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi	79
Gambar 4. 28 Tampilan Dari Program Rapid Miner	81
Gambar 4. 29 K-Means clustering dengan program Rapid Miner.....	82
Gambar 4. 30 K- Means Clustering dengan program Rapid Miner.....	83
Gambar 4. 31 VCRO Clustering Mapping Di Selat Madura	84
Gambar 4. 32 rasio pendapat senior officers terhadap pengaruh panjang kapal terhadap kondisi Near Miss	87
Gambar 4. 33 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi Head on	88
Gambar 4. 34 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi Head On.....	89
Gambar 4. 35 Posisi Kapal Asia Inovator dan Labobar	92
Gambar 4. 36 Posisi Kapal Sampari dan Pacific lohass	94
Gambar 4. 37 Posisi kapal MT. Kyodo dan Meratus Kampar	96
Gambar 4. 38 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi crossing	102
Gambar 4. 39 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi crossing	103
Gambar 4. 40 Posisi kapal Musi River dan Shanghai W 1340	104
Gambar 4. 41 Posisi kapal Trans Power dan Hercules	106
Gambar 4. 42 Posisi kapal Meratus Batam dan Meratus Kalabahi	108
Gambar 4. 43 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi overtaking.....	115

Gambar 4. 44 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi overtake	116
Gambar 4. 45 Rasio kondisi near miss pada pertemuan antar kapal tanggal 8 april 2015 di Selat Madura	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koordinat Alur Pelayaran Di Selat Madura (Distrik Navigasi).....	28
 Tabel 4. 1 Data AIS Selat Madura yang di peroleh dari Lab Keandalan & Keselamatan JTSP - ITS	56
Tabel 4. 2 Nilai K-Means Clustering dari masing masing Cluster	81
Tabel 4. 3 Rasio Kelompok Nilai VCRO	84
Tabel 4. 4 KM. Labobar – Asia Innovator	91
Tabel 4. 5 Pacific Lohas – Sampari	93
Tabel 4. 6 MT. Kyodo – Meratus Kampar	95
Tabel 4. 7 KM. Labobar – Asia Innovator	99
Tabel 4. 8 Pacific Lohas – Sampari	100
Tabel 4. 9 MT. Kyodo – Meratus Kampar	101
Tabel 4. 10 Musi River – Shanghai Waigaoqiao 1340	105
Tabel 4. 11 Trans Power - Hercules	107
Tabel 4. 12 Meratus Batam – Meratus Kalabahi	109
Tabel 4. 13 Trans Power – Hercules	112
Tabel 4. 14 Musi River – Shanghai Waigaoqiao	113
Tabel 4. 15 Meratus Batam – Meratus Kalabahi	114
Tabel 4. 17 Data Base Kondisi NearMiss Pada pertemuan antar kapal	120

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim terbesar di dunia, yang memiliki 17.504 pulau yang membentang dari Sabang sampai Merauke dengan panjang garis pantai kurang lebih 81.000 Km serta luas wilayah laut sekitar 5,9 juta Km². Sebagai negara kepulauan berdasarkan UU Nomor 17 Tahun 1985 tentang pengesahan Negara Kepulauan (Archipelago State) oleh konfrensi PBB yang diakui oleh dunia Internasional maka Indonesia mempunyai kedaulatan atas keseluruhan wilayah laut Indonesia. Indonesia terletak pada posisi silang yang sangat strategis di antara Benua Asia dan Benua Australia. Peranan laut sangat penting sebagai pemersatu bangsa serta wilayah Indonesia dan konsekwensinya Pemerintah berkewajiban atas penyelenggaraan pemerintahan dibidang penegakan hukum baik terhadap ancaman pelanggaran terhadap pemanfaatan perairan serta menjaga dan menciptakan keselamatan dan keamanan pelayaran.

Laut sebagai jalur komunikasi (sea lane on communication) diartikan bahwa pemanfaatan laut untuk kepentingan lalu-lintas pelayaran antar pulau, antar negara maupun antar benua baik untuk angkutan penumpang maupun barang, maka perlu di tentukan alur perlintasan laut kepulauan Indonesia bagi kepentingan pelayaran lokal maupun internasional serta fasilitas keselamatan pelayaran seperti Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP), Telekomunikasi Pelayaran, Kapal Negara Kenavigasian, Bengkel Kenavigasian, Survey Hidrografi untuk menentukan alur pelayaran yang amam serta infrastruktur lainnya. Pengaturan alur lalu-lintas dan perambuannya guna kelancaran dan keselamatan pelayaran merupakan tanggung jawab pemerintah

dan kita bersama sebagai penguasa, pengelola, serta pengguna atas Laut. Untuk itu maka perlu ditetapkan fungsi wilayah perairan guna pemanfaatan sumberdaya alam agar tidak saling mengganggu antar kegiatan pengelolaan laut yang dapat menimbulkan dampak lingkungan khususnya kecelakaan terhadap transportasi laut dengan menetapkan alur dan pelintasan melalui pelaksanaan penandaan terhadap bahaya kenavigasian serta pemutakhiran kondisi perairan melalui kegiatan survey hidrografi dan kemudian diumumkan ke dunia pelayaran.

Transportasi laut adalah salah satu unsur transportasi yang ada di Indonesia, yang dilihat dari segi geografis, memiliki peranan yang sangat besar. Hal ini disebabkan karena transportasi laut merupakan sarana vital dan strategis dalam memperlancar roda perekonomian, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mempengaruhi semua aspek kehidupan bangsa dan negara Indonesia. Pentingnya transportasi laut tercermin pada semakin meningkatnya kebutuhan jasa angkutan laut untuk mobilitas orang dan barang dari dan ke seluruh pelosok tanah air (Orasi Ilmiah Menteri Perhubungan, 2000). Selain itu, transportasi laut juga berperan sebagai penunjang, pendorong, dan penggerak bagi pertumbuhan ekonomi daerah yang berpotensi, tetapi belum berkembang dalam upaya peningkatan dan pemerataan pembangunan serta hasil-hasilnya (Hananto Soewedo, 2007). Pertumbuhan ekonomi suatu negara atau bangsa tergantung pada ketersediaan pengangkutan dalam negara atau bangsa yang bersangkutan. Karena transportasi menciptakan dan meningkatkan aksesibilitas (*degree of accessibility*) dari potensi-potensi sumber alam dan pasar (Mandaku, 2010). Kondisi geografis negara Indonesia yang merupakan negara kepulauan, Pemerintah mengembangkan pelayaran sebagai salah satu sarana pengangkutan yang dijadikan andalan untuk meningkatkan kesatuan, persatuan dan ekonomi negara.

Dalam perkembangannya frekuensi pelayaran nasional meningkat cukup signifikan. Namun seiring dengan perkembangannya, tingkat kecelakaan dan insiden kapal yang terjadi di perairan Indonesia pun meningkat. Kecelakaan transportasi beberapa waktu belakangan ini secara beruntun terjadi di Indonesia baik di darat, laut maupun udara. Namun dari ketiga jenis moda tersebut yang menduduki peringkat tertinggi dalam arti seringkali terjadi-adalah di bidang transportasi laut. Banyaknya jumlah kecelakaan di laut, tidak hanya membawa kerugian terhadap harta benda saja tetapi juga korban jiwa yang tidak sedikit. Secara umum terdapat 3 faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan transportasi, yaitu faktor manusia, baik karena kelalaian, kesalahan atau kesengajaan; faktor teknis yang bersala dari sarana dan prasarana pendukung transportasi dan faktor alam. Untuk itu saat ini dipandang perlu untuk makin memperketat pemberlakuan peraturan khususnya yang mengatur aspek keselamatan pada setiap sarana transportasi khususnya transportasi laut, untuk menghindari makin banyaknya peristiwa kecelakaan/musibah yang merenggut korban jiwa dan harta benda.

Saat ini, isu keselamatan navigasi menjadi isu utama. Hal ini karena adanya fakta tentang seringnya terjadi kecelakaan kapal. Untuk meningkatkan keselamatan transportasi. Berbagai langkah tentu dilakukan, mulai dari riset, forum grup diskusi, bahkan analisa project maritime.

Penelitian ini difokuskan pada area Selat Madura, sebab Selat Madura merupakan selat yang panjang dan padat. Selat Madura adalah daerah terbesar kedua dalam hal transportasi laut di Indonesia. Selain transportasi kapal domestik, di Selat Madura juga terdapat kapal berbendera asing yang transit. Tingginya tingkat aktivitas lalu lalang kapal serta terbatasnya area jalur perlintasan perairan di Selat Madura

sangat berpotensi terjadinya insiden kecelakaan kapal terutama tubrukan kapal Selat Madura merupakan selat tersibuk nomor dua di Indonesia. Hal ini tentu saja berbahaya bagi aktivitas transportasi laut. Sebagai salah satu pelabuhan terpenting dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, area Selat Madura merupakan daerah rawan terjadi kecelakaan.

Aplikasi AIS direkomendasikan oleh IMO dalam rangka meningkatkan keamanan dan efisiensi navigasi, keselamatan hidup di laut, dan untuk memastikan perlindungan lingkungan maritim.

Kajian keselamatan aktivitas transportasi laut terhadap tubrukan kapal merupakan hal yang penting dilakukan, tidak hanya untuk mengetahui *safety level* pada sebuah alur pelayaran. Tingkat keselamatan ditunjukkan dalam parameter *output*, sedangkan tingkat jaminan keselamatan ditunjukkan dalam parameter *input* dan *process*. Parameter *output* keselamatan oleh statistic data kecelakaan per frekuensi kegiatan transportasi, yang dapat berupa jumlah kecelakaan, korban jiwa, korban luka-luka, dan kerugian finansial terukur. Sedangkan parameter *input* dan *process* dapat berupa jumlah ketersediaan operator bersertifikat, ketersediaan prasarana yang laik dan bersertifikat dengan kapasitas yang memadai, ketersediaan sarana yang laik operasi, kelengkapan organisasi penyedia operasi yang baik dan bersertifikat, dan keberadaan organisasi regulator yang berdaya guna. Parameter *input* dan *process* merupakan parameter yang dapat dikendalikan, sedangkan parameter *output* merupakan parameter yang tidak dapat dikendalikan. Definisi keselamatan dan keamanan pelayaran secara umum dapat dirujuk dari UU.No. 17/2008, tentang Pelayaran. Secara umum definisi tersebut adalah: *Keselamatan dan Keamanan Pelayaran adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dan keamanan yang menyangkut angkutan di perairan, kepelabuhanan, dan*

lingkungan maritim. Perihal keamanan dan keselamatan pelayaran telah diatur oleh suatu lembaga internasional yang mengurus atau menangani hal-hal yang terkait dengan keselamatan jiwa, harta laut, serta kelestarian lingkungan. Lembaga tersebut dinamakan *International Maritime Organization (IMO)* yang bernaung dibawah PBB. Guna menjamin keamanan dan keselamatan pelayaran, IMO telah mengeluarkan peraturan baru *International Safety Management Code (ISM-Code)* dengan resolusi A.741 (18) yang diterbitkan dalam edisi terakhir (November 1993) *International Management Code for the Safe Operation of Ship and Pollution Prevention* yang dikenal sebagai *ISM-Code*, dan mulai diperlakukan sejak 1 Juli 1998, Sistim Manajemen *ISM-Code* wajib diaplikasikan secara “*mandatory*” di negara-negara yang meratifikasi *SOLAS*. Di Indonesia, *ISM-Code* diwujudkan dalam Keputusan Dirjen Pesla No. PY 67/1/9-96, tanggal 12 Juli 1996. Pemenuhan *ISM-Code* mengacu kepada 13 elemen yang terdiri dari (1) elemen umum; (2) kebijakan keselamatan dan perlindungan lingkungan; (3) tanggungjawab dan perlindungan lingkungan; (4) tanggungjawab dan wewenang perusahaan; (5) petugas yang ditunjuk di darat; (6) tanggungjawab dan wewenang nakhoda; (7) sumber daya dan tenaga kerja; (8) pengembangan rencana pengoperasian kapal; (9) kesiapan menghadapi keadaan darurat; (10) pelaporan dan analisis ketidaksesuaian, kecelakaan dan kejadian berbahaya; (11) pemeliharaan kapal dan perlengkapan; (12) verifikasi, tinjauan, dan evaluasi perusahaan; (13) sertifikasi, verifikasi dan pengawasan. Beberapa hal yang telah terjadi di bidang transportasi laut yang berkaitan dengan musibah dan kecelakaan kapal dan gangguan keamanan di laut/maritim, menunjukkan adanya kelemahan empat perangkat yang terlibat dalam dunia transportasi secara umum yakni perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak

(*software*), perangkat hidup (*lifeware*) dan perangkat organisasi.

Van der Schaff (Universitas Teknologi Eindhoven, 1992), menjelaskan bahwa situasi berbahaya yang mengarah pada kecelakaan merupakan hasil dari kombinasi kegagalan teknis, manusia, dan organisasi. Dengan membuat sistem pertahanan, seperti sistem keselamatan otomatis, prosedur keselamatan standar, akan mencegah situasi ini mengarah ke timbulnya insiden dan membuat sistem akan kembali ke keadaan normalnya. Setiap kecelakaan (tubrukan) selalu diawali dengan *near miss*. *Near miss* adalah kondisi atau situasi dimana kecelakaan hampir terjadi. Secara sederhana Secara sederhana Anda dapat menerjemahkannya menjadi “hampir celaka”. Memang benar bahwa jika suatu “nearly miss” terjadi maka sudah pasti kecelakaan telah terjadi (bukan hampir celaka) – sehingga Anda, kemungkinan, menyatakan bahwa hampir celaka lebih diwakili oleh Near Hit. Meskipun demikian, near miss lebih dikenal secara universal. Near miss pada dasarnya menunjukkan potensi kecelakaan yang akan terjadi. Hal ini dikemukakan pertama kali oleh Heinrich yang melakukan penelitian statistik atas kecelakaan dan membuat sebuah piramida kecelakaan atau saat ini lebih dikenal dengan istilah rasio kecelakaan. Hasil penelitian ini kemudian disempurnakan pada tahun 1960 oleh seorang spesialis asuransi industri bernama Frank Bird. Dalam pemaparannya, Bird menyatakan bahwa kecelakaan pada prinsipnya memiliki pola dimana semua jenis kecelakaan diawali dari near miss. Berdasarkan hasil penelitiannya, Bird menyatakan bahwa dalam setiap 600 buah kasus near miss akan terdapat 30 kasus kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan peralatan, 10 kasus kecelakaan yang mengakibatkan cedera ringan, hingga 1 buah kasus kematian atau cedera serius akibat kecelakaan.

Pengerjaan tugas akhir ini terfokus ke Selat Madura dikarenakan letak peralatan perangkat AIS yang digunakan dalam penelitian ini. Perangkat AIS yang digunakan terletak di Laboratorium Keandalan dan Keselamatan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, yang dapat menjangkau lokasi kapal kapal yang berada disekitar Selat Madura. Peta lokasi antara Selat Madura dan Laboratorium Keandalan dan Keselamatan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS sebagai pusat lokasi penelitian. Dan juga karena, Selat Madura adalah daerah terbesar kedua dalam hal transportasi laut di Indonesia. Selain transportasi kapal domestik, di Selat Madura juga terdapat kapal berbendera asing yang transit. Tingginya tingkat aktivitas lalu lalang kapal serta terbatasnya area jalur perlintasan perairan di Selat Madura sangat berpotensi terjadinya insiden kecelakaan kapal terutama tubrukan kapal. Selat Madura merupakan selat tersibuk nomor dua di Indonesia. Hal ini tentu saja berbahaya bagi aktivitas transportasi laut Sebagai salah satu pelabuhan terpenting dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi, area Selat Madura merupakan daerah rawan terjadi kecelakaan. Dalam industri maritim, tubrukan kapal memang telah lama menjadi sorotan karena kerugian yang ditimbulkan. Walaupun International Maritime Organization (IMO) telah melakukan segala upaya untuk menanggulangnya, angka kecelakaan akibat tubrukan tidak menunjukkan penurunan yang berarti (Manen and Frandsen, 1998).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pokok pada skripsi ini antara lain:

1. Bagaimana kondisi terjadinya *near miss (near collision)* antar kapal?
2. Bagaimana tingkat frekuensi *near miss (near collision)* antar kapal pada aktivitas pelayaran di Selat Madura?
3. Apa yang menyebabkan terjadinya *near miss (near collision)* antar kapal pada aktivitas pelayaran di Selat Madura?
4. Bagaimana tindakan yang dilakukan ketika berada dalam kondisi *near miss (near collision)* ?

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pengerjaan tugas akhir dapat terfokus dan tertata, maka diperlukannya batasan masalah diantaranya:

1. Area yang dijadikan bahan penelitian hanya meliputi Selat Madura
2. Kapal yang dianalisa adalah kapal yang dapat terdeteksi oleh *Automatic Identification System*
3. Analisis *near miss* hanya dilakukan pada pertemuan antara dua kapal.
4. Data yang dianalisa adalah data dengan densitas trafik tertinggi selama satu hari di tahun 2015.

1.4 Tujuan Skripsi

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Mengetahui kondisi terjadi *near miss (near collision)* antar kapal,
2. Mengetahui frekuensi *near miss (near collision)* yang terjadi pada aktivitas transportasi laut di Selat Madura,
3. Mengetahui penyebab terjadinya *near miss (near collision)* antara dua kapal,
4. Mengetahui tindakan yang dilakukan ketika berada dalam kondisi *near miss (near collision)*, atau sebelum berada dalam kondisi *near miss (near collision)*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat berfungsi untuk pengembangan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi, namun lebih khusus lagi dimanfaatkan untuk:

1. Memberikan gambaran tentang kondisi terjadi *near miss (near collision)* antar kapal.
2. Memberikan gambaran mengenai frekuensi terjadinya *near miss (near collision)* di Selat Madura.
3. Memberikan informasi mengenai penyebab terjadinya *near miss* antar kapal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 AIS (*Automatic Identification System*)

AIS (*Automatic Identification System*) merupakan sistem siaran transponder kapal di mana kapal terus mengirimkan data data kapal berupa nama kapal, *maritime mobile service identity* (MMSI), status kapal : *mooring, anchor atau sailing, Speed Over Ground* (SOG), posisi, *Course Over Ground* (COG), *radio call sign* ke semua kapal lain di dekatnya dan otoritas pelabuhan pada radio VHF umum.

Informasi tersebut diambil langsung dari sensor navigasi kapal, khususnya dari penerima GNSS dan gyrocompass. Informasi lain, seperti nama kapal dan kode pemanggil VHF di program ketika memasang peralatan juga ditransmisikan secara berkala. Sinyal tersebut diterima oleh transponder AIS yang dipasang pada kapal atau di darat tergantung pada sistemnya, seperti pada sistem VTS. Informasi yang diterima dapat ditampilkan pada sebuah layar atau plot grafik yang menunjukkan posisi kapal lain dengan tampilan sesuai yang terdapat pada layar radar. AIS dirancang untuk beroperasi di beberapa mode berikut:

- Mode pertukaran informasi data kapal kapal untuk menghindari tabrakan
- Mode pengiriman informasi bagi negara negara yang berhubungan langsung dengan laut untuk mendapatkan informasi tentang kapal dan muatannya
- Mode untuk manajemen lalu lintas ketika terintegrasi dengan sistem lalu lintas kapal/ *Vessel Traffic System* (VTS)

Vessel Traffic System adalah sistem monitoring lalu-lintas pelayaran yang diterapkan oleh pelabuhan, atau suatu manajemen armada Perkapalan. Prinsipnya yang digunakan

sama seperti sistem yang dipakai oleh ATC (Air Traffic Control) pada dunia penerbangan. Biasanya secara sederhana sistem VTS menggunakan radar, closed circuit television (CCTV), frekuensi radio VHF, dan automatic identification system (AIS) untuk mengetahui/ mengikuti pergerakan kapal dan memberikan informasi navigasi/ cuaca didalam suatu daerah pelayaran tertentu dan terbatas.

Penggunaan VTS secara international diatur berdasarkan rekomendasi SOLAS Chapter V Reg. 12 dan IMO Resolution A.857(20) tentang Vessel Traffic Service yang diadopsi pada tahun 1997. Pentingnya sistem ini mendorong penerapan aturan internasional penggunaan Automatic Identification System (AIS) hampir pada semua type kapal baik yang berlayar di perairan dalam negeri maupun luar negeri.

Secara modern VTS mengintegrasikan semua informasi inputan kepada suatu pusat kendali agar memudahkan dan mengefektifkan manajemen dan komunikasi pelayaran di dalam sebuah armada. Output yang diberikan sistem VTS dapat berupa pengaturan ijin berlayar, sailing plan, pergerakan, alokasi ruang, rute pelayaran, batas kecepatan, berita cuaca, hingga pemberitahuan terhadap suatu kondisi bahaya bencana.

Dari informasi yang ada dapat disimpulkan, bahwa peran VTS cukup penting dalam meningkatkan sistem keamanan, keselamatan, dan efektifitas operasi armada pelayaran dengan sistem pengawasan setiap saat (24 jam). Namun merunut pada ketentuan yang ada dan mempertimbangkan besarnya biaya investasi yang dibutuhkan, penerapan sistem ini pada kapal-kapal kecil < 500GT untuk pelayaran dalam negeri dan < 300GT untuk pelayaran internasional, diperlukan kebijakan dan evaluasi lebih lanjut oleh pihak pemegang otoritas/ Pemerintah.

Pedoman VTS mengharuskan otoritas VTS harus disediakan dengan staf yang memadai, yang memenuhi syarat,

terlatih dan mampu melaksanakan tugas tugas yang diperlukan, dengan mempertimbangkan jenis dan tingkat layanan yang akan diberikan sesuai dengan pedoman IMO saat ini. Rekomendasi IALA V-103 adalah rekomendasi tentang standar pelatihan dan sertifikasi personil VTS. Ada empat program model terkait V103/1 sampai V-103/4 yang disetujui oleh IMO dan harus digunakan VTS ketika pelatihan kualifikasi personil VTS.

Sebuah pelayanan informasi adalah layanan untuk memastikan bahwa informasi penting tersedia pada waktunya untuk pengambilan keputusan navigasi on-board. Layanan informasi disediakan oleh informasi penyiaran pada waktu yang tetap dan interval atau bila dianggap perlu oleh VTS atau atas permintaan kapal, dan dapat mencakup misalnya laporan tentang identitas, posisi, dan informasi lalu lintas lainnya; kondisi perairan, cuaca; bahaya, atau faktor faktor lain yang dapat mempengaruhi pergerakan kapal.

Sebuah organisasi pelayanan lalu lintas adalah layanan untuk mencegah perkembangan situasi lalu lintas maritime yang berbahaya dan menyediakan pergerakan kapal yang aman dan efisien terhadap lalu lintas kapal di daerah VTS.

Layanan organisasi lalu lintas menyangkut manajemen operasional lalu lintas dan perencanaan ke depan dari gerakan kapal untuk mencegah situasi kemacetan dan berbahaya, dan sangat relevan pada saat kepadatan lalu lintas tinggi atau ketika gerakan angkutan khusus dapat mempengaruhi arus lalu lintas lainnya. Layanan ini juga dapat mencakup, membentuk dan mengoperasikan sistem jarak lalu lintas atau rencana VTS berlayar atau keduanya dalam kaitannya dengan prioritas gerakan, alokasi ruang, pelaporan wajib gerakan di daerah VTS, rute yang akan diikuti, batas kecepatan untuk diamati atau upaya yang tepat lainnya yang dianggap perlu oleh otoritas VTS.

Sebuah layanan bantuan navigasi adalah layanan untuk membantu navigasi on-board, pengambilan keputusan, dan untuk memantau dampaknya.

Layanan bantuan navigasi ini terutama penting dalam keadaan navigasi atau meteorology sulit atau dalam hal cacat atau kekurangan, layanan ini biasanya diberikan atas permintaan kapal atau oleh VTS apabila diperlukan.

Pada mode pertukaran informasi data kapal ke kapal untuk menghindari tabrakan, masing masing kapal memancarkan data kapalnya melalui perangkat AIS kepada kapal disekitarnya yang dilengkapi AIS dan terjangkau perangkat yang dimiliki kapal tersebut dalam jangkauan VHF yang sama, transmisi data ini berlangsung secara mandiri tanpa stasiun control terpusat.

Pada mode pengiriman informasi bagi negara-negara yang berhubungan langsung dengan laut untuk mendapatkan informasi tentang kapal dan muatannya, memungkinkan negara yang memiliki wilayah perairan dapat menggunakan informasi dari data AIS untuk memantau pergerakan kapal pengangkut barang berbahaya dan untuk mengendalikan operasi penangkapan ikan secara komersial pada perairan territorial negara tersebut. Selain itu dapat juga digunakan untuk menyelidiki sebuah kecelakaan, tumpuhan minyak atau masalah lainnya. AIS dapat digunakan juga sebagai alat pencarian sebuah kapal dan operasi penyelamatan (SAR) yang ditransmisikan secara otomatis. Untuk menjaga informasi data selalu baru, data AIS terbaru ditransmisikan setiap beberapa detik, dengan pertukaran data kapal kapal terjadi secara otomatis tanpa bantuan control petugas penjaga, melainkan secara automatic diproses melalui sebuah receiver pengolahan data dengan bentuk fisik seperti gambar berikut



Gambar 2. 1 Bentuk Fisik Furuno FA - 30

(Sumber:https://aiscentral.com/furunofa30_ais.html)

Gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari FA-30 yang merupakan receiver AIS yang kompak dan dengan biaya efektif yang dirancang khusus untuk usaha kecil komersial, rekreasi, dan kapal nelayan. Terhubung dengan antenna VHF itu menerima data AIS dari kapal yang dilengkapi AIS, stasiun pantai dan alat bantu navigasi. Gerakan kapal diplot pada layar yang terhubung ke port LAN. Data identitas (nama, tanda panggil, dan MMSI), posisi, kecepatan, arah, dll, kapal yang dilengkapi AIS dalam jangkauan VHF.

Lokasi pemasangan harus memperhatikan beberapa hal berikut; suhu dan kelembaban harus moderat dan stabil, lokasi pemasangan harus berventilasi baik, terpasang pada getaran yang minimal, jauhkan unit dari peralatan lapangan yang menghasilkan elektromagnetik seperti motor dan generator, sebuah kompas magnetic akan mempengaruhi jika FA-30 ditempatkan terlalu dekat dengan itu, perhatikan jarak yang aman kompas dicatat dalam petunjuk dalam petunjuk keselamatan untuk mencegah gangguan pada kompas magnetic, memperbaiki unit ke lokasi pemasangan dengan 4x20 sekrup self-tapping (disediakan).

Lokasi antenna VHF AIS – harus dipertimbangkan dengan cermat. Komunikasi digital lebih sensitive dibandingkan analog/komunikasi suara gangguan yang diciptakan oleh refelksi di penghalang seperti tiang tiang dan

booming. Mungkin perlu untuk merelokasi telepon radio VHF antenna untuk meminimalkan efek interferensi. Untuk meminimalkan efek interferensi, pedoman berikut ini berlaku; antenna VHF AIS harus ditempatkan di posisi yang ditinggikan yang sebebas mungkin dengan minimal 0,5 meter dalam arah horizontal dari konstruksi terbuat dari bahan konduktif. Antenna tidak harus dipasang dekat dengan halangan vertikal besar. Tujuan untuk VHF antenna AIS adalah untuk melihat cakrawala bebas melalui 360 derajat. Tidak boleh ada lebih dari satu antenna pada pesawat yang sama. AIS VHF antenna harus dipasang langsung di atas atau di bawah antenna telepon radio VHF utama kapal dengan tidak ada pemisahan horizontal dan dengan minimal 2,8 meter pemisahan vertikal. Jika terletak pada bidang yang sama sebagai antenna lain, terpisah jarak harus setidaknya 10 meter.

FA-30 tidak memiliki tombol power. Power disuplai dari switchboard kapal, dan tombol power di switchboard FA-30 on atau off. Bila didukung, LED PWR (hijau) pada lampu sampul. Dua LED lainnya pada flash penutup atau cahaya dengan keadaan peralatan. ER LED (merah) menyala saat peralatan sedang diinisialisasi, dan berkedip saat kesalahan peralatan ditemukan. Lampu RX LED (oranye) ketika menerima.

Adapun keistimewaan AIS tipe ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan navigasi yang aman dengan menerima informasi navigasi kritis dari kapal yang dilengkapi AIS local.
2. Sangat meningkatkan kesadaran situasional dalam kondisi cuaca apapun termasuk kabut tebal, gelap, dan perairan padat.

3. Saluran parallel ganda, “full duplex” desain penerima pesan kontak AIS hingga 100% lebih banyak daripada dual channel “multiplexing” receiver sensitivitas tinggi, penerima disintesis secara otomatis beralih antara saluran AIS internasional dan local
4. Opsional diperkuat VHF splitter memungkinkan penggunaan satu antenna untuk VHF radio dan AIS Receiver.
5. Output network untuk NavNet 3D/vx2 dan PC untuk redundansi tambah dan fleksibilitas instalasi
6. Serial Output untuk integrasi dengan berbagai sistem radar dan plotter grafik
7. AIS Software Viewer termasuk untuk on-board PC atau instalasi darat Bulkhead pemasangan dan daya rendah, fleksibel DC desain tegangan input untuk instalasi disederhanakan.

Adapun data yang diberikan oleh AIS receiver tipe ini adalah sebagai berikut;

Data Dinamis

- Posisi kapal
Posisi ini yang nanti digunakan untuk mengetahui koordinat letak kapal
- *Universal Time Coordinated (UTC)*
UTC ini merupakan skala waktu yang sangat akurat dan stabil, dan dari data ini ditentukan waktu untuk perhitungan.
- *Course Over Ground (COG)*
COG ini digunakan untuk menentukan arah gerakan kapal relative terhadap suatu titik tertentu.
- *Speed Over Ground (SOG)*

SOG digunakan untuk mengetahui kecepatan kapal pada saat itu.

- *Rate of Turn (ROT)*
Merupakan derajat perputaran dari kapal
- Heading
Merupakan arah kompas dari kapal
- Navigation status

Data statis

- *MMSI (Maritime Mobile Service Identity)*
- IMO Number
- Nama Kapal
- Tipe Kapal
- Call sign
- Length and beam
- *Location of position fixing antenna on the ship*

Sedangkan untuk menampilkan data diperlukan koneksi dari AIS receiver ke perangkat penampil data seperti NAv net vx2 atau Maxsea seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Perangkat penampil data NAV net VX 2
(Sumber: <http://www.bestebaysupplier.com/images/gps/Furuno-1800-NavNet.jpg>)

Dari gambar 2.2 seri NavNet telah menikmati popularitas tak tertandingi di seluruh dunia untuk keandalan yang tinggi, kinerja dan upgrade. Alat ini bahkan dipilih sebagai Sistem Navigasi Terpadu terbaik oleh Electronics Association Kelautan Nasional selama tiga tahun berturut turut. Sekarang NavNet VX2 siap untuk meneuskan tradisi. NavNet VX2 menggabungkan radar, GPS/WAAS plotter grafik, pencari ikan, dan cuaca jaringan faksimili ke dalam jaringan navigasi benar benar terintegrasi. Berikut ini beberapa keistimewaan dari navnet:

1. Semua unit display mampu mengendalikan setiap komponen terhubung ke jaringan NavNet
2. Sempurna untuk instalasi layar tunggal atau multi
3. Sepenuhnya mendukung C-MAX dan peta NT Navionics gold grafik
4. Memanfaatkan kartu SD untuk grafik dan memori
5. Cepat dalam penarikan grafik
6. Langsung “*plug n play*” untuk instalasi dengan *wizard set-up*
7. AR terlapsi, kecerahan layar tinggi untuk meningkatkan penglihatan dibawah matahari

Dari terpasang tanpa perangkat lain, satu sistem navigasi stasiun ke multistation jaringan navigasi terintegrasi, NavNet VX2 memungkinkan untuk membangun sistem navigasi sesuai dengan kebutuhan. Memanfaatkan teknologi jaringan *state of the art*, NavNet VX2 menyediakan berbagi data mulus dan upgrade di masa depan yang luas.

NavNet VX2 adalah jaringan berbasis Ethernet yang memungkinkan menampilkan beberapa dihubungkan. Pilih dari 7”, 10,4”, dan fleksibel BlackBox, yang memungkinkan untuk 12” dan 15” monitor kita. Interkoneksi menampilkan

dengan berbagai sensor navigasi dan perangkat lunak kami baru MaxSea NavNet navigasi untuk jaringan kaya fitur yang tak tertandingi. Navigasi bebas stress dan pengoperasian komponen apapun dapat dilakukan dari setiap unit layar terhubung ke jaringan onboard. Dengan berbagai opsional pengaya, NavNet VX2 dapat menawarkan fungsi tambahan yang berguna, seperti: overlay radar, tampilan AIS, NAVpilot autopilot data dan pelacakan sasaran ARPA. Bahkan dapat antarmuka dengan PC dan software PC MaxSea-NavNet untuk membuat jaringan navigasi yang paling serbaguna di pasar. Software MaxSea -NavNet menawarkan peningkatan efisiensi di laut dengan menggunakan kemampuan eksklusif, seperti mulus grafik display, cuaca canggih perkiraan overlay, real-time gambar tiga dimensi dari dasar laut (batimetri personal generator) dan banyak lagi. Operasi intuitif MaxSea-NavNet dicapai dengan user-friendly interface dan alat palet grafis. MaxSea-NavNet menyajikan solusi pamungkas untuk manajemen data navigasi.

Perangkat lunak MaxSea-NavNet mampu menggabungkan dan menganalisa data dari berbagai sumber secara real time. Sepenuhnya terintegrasi ke dalam sistem NavNet melalui jaringan Ethernet berkecepatan tinggi, MaxSea-NavNet memfasilitasi integrase lengkap antara PC dan jaringan NavNet, berbagi informasi dari radar, GPS, gema sounder, dan data nav lainnya dalam sistem NavNet. Berbagai orientasi of display dapat dipilih untuk memenuhi kebutuhan.

Pada mode untuk manajemen lalu lintas ketika terintegrasi dengan sistem lalu lintas kapal *vessel traffic system* (VTS), dengan informasi utama tujuan kapal mode ini berfungsi untuk memantau kapal yang melintasi daerah perairan tertentu dengan adanya *AIS Station* yang terpasang pada lokasi sekitar perairan tersebut. Namun *AIS station* juga

memberikan informasi ke kapal tentang pasang surut, pemberitahuan untuk pelaut, dan prakiraan cuaca lokal.

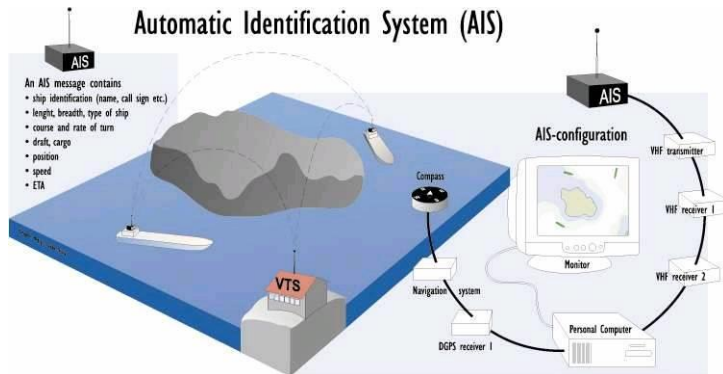
Data data yang dipancarkan oleh AIS meliputi dua tipe berikut:

- 2.1.1. Kelas A, digunakan pada kapal kapal yang tercantum dalam SOLAS Chapter V (dan kapal lain di beberapa negara). Untuk kelas A AIS setiap 2 sampai 10 detik akan memberikan informasi sesuai dengan kecepatan kapal tersebut, dan tiap 3 menit pada waktu lego jangkar akan memberikan informasi sebagai berikut:
 - A. *MMSI Number – unique referenceable identification*
 - B. *Navigation Status – not only are “at anchor” and “under way using engine” currently defined, but “not under command” also currently defined.*
 - C. *Rate of turn – right or left, 0 to 720 degress per minute*
 - D. *Speed overground – 1/10 knot resolution from 0 to 120 knots*
 - E. *Position accuracy – differential GPS or other an indication if RAIM processing is being used.*
 - F. *Longitude – to 1/1000 minute and latitude – to 1/10000 minute.*
 - G. *Course overground – relative to true north to 1/10 th degree.*
 - H. *True heading – 0 to 359 degrees derived from gyro input.*
 - I. *Time stamp – the universal time to nearest second that this information was generated*
2. Kelas B, menggunakan daya yang kecil, biaya yang relatif murah untuk penggunaan pasar non-SOLAS. Untuk kelas B AIS setiap enam menitnya akan memberikan informasi sebagai berikut:
 - A. *MMSI number – same unique identification used above, links the data above to described vessel.*

- B. *IMO Number – unique referenceable identification (related to ship's construction).*
- C. *Radio call sign – international call sign assigned to vessel often used on voice radio.*
- D. *Name-name of ship, 20 chracters are provided type of ship or cargo – there is table of possibilities that are available.*
- E. *Dimensions of ship – to nearest meter.*
- F. *Location of ship where reference point for position reports is located.*
- G. *Type of position fixing device – various options from differential GPS to undefined.*
- H. *Draught of ship – 1/10 meter to 25.5 meter (note “air draught” is not provided)*
- I. *Destination – 20 character are provided estimated time of arrival at destination – month, day, hour, and minute in UTC.*

International Maritime Organization (IMO)
International Convetion for the Safety of Life at Sea (SOLAS) mewajibkan penggunaan AIS pada pelayaran kapal internasional dengan Gross Tonnage (GT) lebih dari sama dengan 300 GT, dan semua kapal penumpang tanpa memperhatikan segala ukuran. Hal itu diestimasikan pada lebih dari 40.000 kapal baru-baru ini mempunyai peralatan AIS kelas A. Untuk sistem pelacakan jarak jauh pada kapal, tak sebanyak transmisi frekuensi yang bisa dicapai oleh LRIT (*Long-Range Identification and Tracking System*) pada kapal dagang di luar area pantai AIS (VHF atau A1) jarak Radio.AIS yang digunakan pada peralatan navigasi yang penting untuk menghindari dari kecelakaan akibat tabrakan. Karena keterbatasan dari kemampuan radio, dan karena tidak semua kapal yang dilengkapi dengan AIS, sistem ini berarti yang diutamakan untuk digunakan sebagai alat peninjau dan untuk

menghindarkan resiko dari tabrakan daripada sebagai sistem pencegah tabrakan secara otomatis, sesuai dengan *International Regulations for Preventing Collisions at Sea* (COLREGS).



Gambar 2. 3 Cara Kerja Automatic Identification System
(Sumber : <http://indonesianship.com/images/ais.jpg>)

Ketika suatu kapal berlabuh, pergerakan dan identitas dari kapal lain patut diperhatikan oleh navigator untuk membuat keputusan untuk menghindari tabrakan dengan kapal lain dan bahaya karena karang. Alat penginderaan (tak terbantu, binoculars, night vision), pergantian bunyi (peluit, klakson, radio VHF), dan radar atau Automatic Radar Plotting Aid (ARPA) secara historis digunakan untuk maksud ini. Bagaimanapun juga, kurangnya identifikasi target pada layar, dan penundaan waktu serta terbatasnya kemampuan radar dalam mengamati dan menghitung pergerakan kapal disekelilingnya, khususnya pada jam-jam sibuk, kadangkala menghambat tindakan yang cepat dalam menghindari tabrakan. Sementara itu, persyaratan AIS hanya untuk menampilkan dasar teks informasi, data yang berlaku dapat diintegrasikan dengan sebuah graphical electronic chart atau sebuah tampilan radar, menyediakan informasi navigasi gabungan pada sebuah tampilan tunggal.

2.2 Near Miss

Kegiatan transportasi laut mempunyai potensi bahaya, salah satunya adalah tubrukan antar kapal, sehingga menimbulkan resiko terhadap manusia dan material. Pengendalian sedini mungkin harus dilakukan terhadap gejala gejala penyebab timbulnya bahaya sehingga bisa menghindari kerugian dan kerusakan yang besar Karena itu perlu hal nya kita mengenal Bahaya, Risk, Accident, Incident dan Near Miss Bahaya adalah segala sesuatu yang mempunyai potensi untuk menimbulkan kecelakaan pada manusia, harta benda, proses dan lingkungan. Resiko adalah konsekuensi negatif / akibat dari suatu kejadian. Dimana secara kuantitatif Resiko merupakan hasil kali antara kejadian dan besarnya potensi kerugian yang mungkin dapat ditimbulkan. Incident berarti suatu kejadian yang tidak diinginkan / direncanakan yang dapat menimbulkan kerugian Accident berarti suatu kejadian yang tidak diinginkan / direncanakan / di harapkan sehingga menimbulkan kerugian nyawa, harta benda dan lingkungan sedangkan near miss berarti kejadian hampir celaka yang bilamana kondisi atau situasinya sedikit saja berubah dapat menimbulkan kerugian

Dalam definisi lain, Near miss adalah kondisi atau situasi dimana kecelakaan hampir terjadi. Secara sederhana Anda dapat menerjemahkannya menjadi “hampir celaka” Near miss pada dasarnya menunjukkan potensi kecelakaan yang akan terjadi. Hal ini dikemukakan pertama kali oleh Heinrich yang melakukan penelitian statistik atas kecelakaan dan membuat sebuah piramida kecelakaan atau saat ini lebih dikenal dengan istilah rasio kecelakaan. Dalam standar OHSAS 18001:2007, kejadian insiden dibagi menjadi dua, yaitu kejadian/insiden (kecelakaan), dan near miss. Insiden (kecelakaan) merupakan sebuah peristiwa yang terjadi dimana ada korban baik itu fisik maupun materi (meskipun dalam standar OHSAS 18001:2007

sudah tidak mengkaitkan lagi asset sebagai tolak ukur sebuah kejadian atau insiden).

Pada prinsipnya seperti yang dijelaskan dalam piramida kecelakaan (accident pyramid) pada gambar 2.4 bahwa kecelakaan (tubrukan) memiliki pola dimana semua jenis kecelakaan (tubrukan) memiliki pola dimana semua jenis kecelakaan selalu diawali dari near miss. Namun, near miss cenderung diabaikan oleh kebanyakan manusia pada umumnya. Hal ini disebabkan kesadaran akan keselamatan masyarakat kita masih sangat rendah sehingga near miss, yang pada dasarnya merupakan potensi kecelakaan, dianggap sebagai kejadian lumrah. Ada juga yang mengartikan, Near miss atau near hit adalah hampir atau nyaris mengalami suatu insiden atau



Gambar 2. 4 Accident Pyramid
(frank bird, 1960)

kecelakaan, atau juga bisa diartikan sebagai sebuah insiden atau kecelakaan yang telah terjadi dan berhasil dilewati dengan sukses dan selamat. Statistik mencatat bahwa setiap 600 near miss, sudah ada satu kemungkinan untuk menjadi kecelakaan yang serius. Sehingga dengan kata lain mencegah terjadinya near miss akan sama dengan mencegah kecelakaan terjadi, bahkan bisa dikatakan lebih baik mencegah terjadinya near miss karena dengan begitu kemungkinan untuk terjadi kecelakaan bisa dihindari. Secara umum, near miss termasuk ke dalam kategori incident, yaitu kejadian yang tidak disertai dengan kerugian (loss). *Accident* dibedakan dengan '*incident*'. Perbedaan antara keduanya adalah ada atau tidaknya *loss* (kerugian). *Accident* selalu disertai dengan timbulnya kerugian, sedangkan *incident* tidak disertai dengan kerugian.

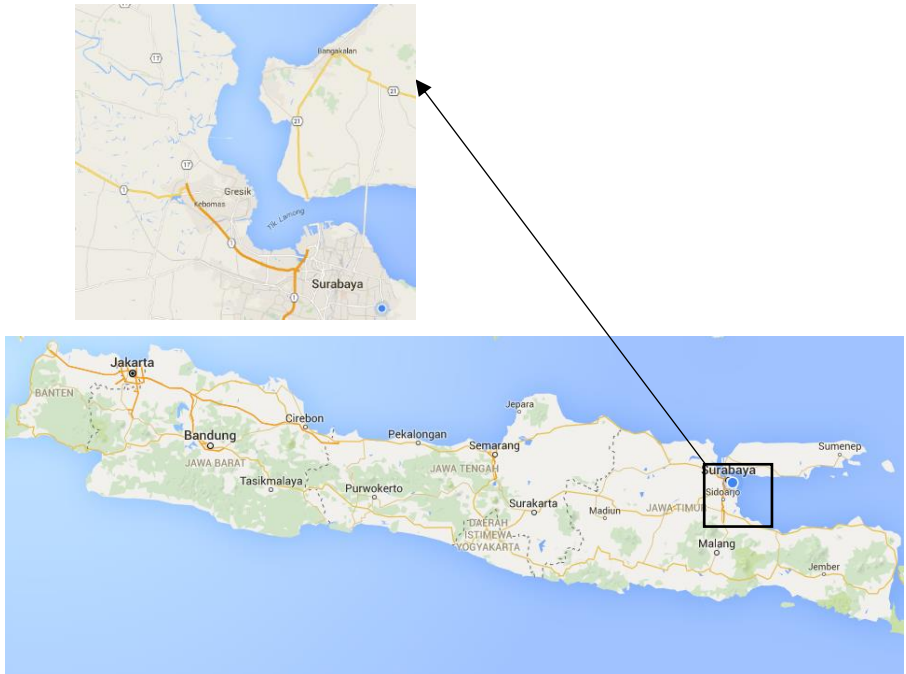
Incident adalah mirip dengan *accident*, namun bedanya adalah *incident* tidak disertai dengan kerugian. Yang termasuk ke dalam kategori *incident* adalah: *nearmiss*, dan kejadian-kejadian berbahaya.

2.3 Lokasi Penelitian

Selat Madura merupakan salah satu selat yang berada di Indonesia tepatnya di Timur, yang memisahkan pulau Jawa dan Madura. Lokasinya terletak pada koordinat 7° 5' 83.333'' garis lintang selatan, 113° 41' 66.667'' bujur timur. Selat Madura merupakan salah satu selat yang memiliki tingkat kepadatan kapal yang cukup tinggi di Indonesia, yang digunakan kapal untuk berlayar, bersandar, dan juga bongkar muat. Gambar pemetaan Selat Madura disajikan pada gambar 2.5.

Pada penelitian kali ini area yang dijadikan objek penelitian adalah area bouy no. 10 yang terletak pada koordinat

07°11'05' garis lintang selatan, 112°41'32' bujur timur, hingga West channel kamal yang terletak pada koordinat 07°11'04' garis lintang selatan, 112°43'40' bujur timur. Berikut ini



Gambar 2. 5 Lokasi Penelitian (Selat Madura, GoogleMaps, 2016)

untuk lebih spesifiknya area yang dipilih pada penelitian ini adalah area buoy no 10 sampai dengan west channel kamal, dimana area tersebut merupakan salah satu area terpadat di Selat Madura.



Gambar 2. 6 Alur Pelayaran di Selat Madura (Distrik Navigasi)

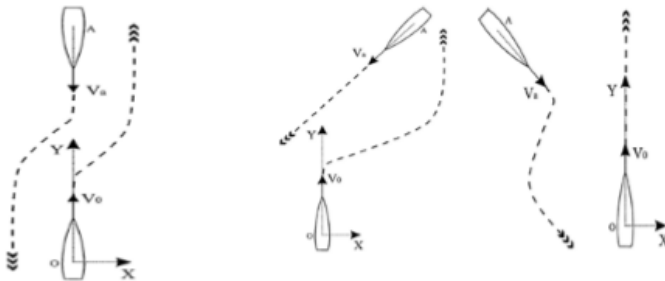
No	Nama/Buoy	Koordinat (x,y)	
1	Karang Jemuang	y	06° 55' 35'
		x	112° 43' 42'
2	Buoy Nr.4	y	06° 57' 50'
		x	112° 42' 30'
3	Buoy Nr.11	y	06° 58' 23'
		x	112° 42' 10'
4	Buoy Nr.6	y	07° 00' 15'
		x	112° 41' 00'
5	Buoy Nr.13	y	07° 02' 08'
		x	112° 39' 47'
6	12 m on jetty	y	07° 06' 41'
		x	112° 39' 08'
7	Buoy Nr.8	y	07° 07' 46'
		x	112° 39' 36'
8	MV Typison	y	07° 10' 30'
		x	112° 40' 50'
9	Buoy Nr.10	y	07° 11' 05'
		x	112° 41' 32'
10	Buoy Nr.12	y	07° 11' 30'
		x	112° 42' 50'
11	West channel kamal	y	07° 11' 04'
		x	112° 43' 40'
12	Naval Base	y	07° 11' 48'
		x	112° 44' 20'

Tabel 2. 1 Koordinat Alur Pelayaran Di Selat Madura (Distrik Navigasi)

tabel 2.1 adalah data koordinat dari alur pelayaran yang diizinkan untuk dilintasi kapal di Selat Madura berdasarkan data dari Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya.

2.4 Peraturan IMO Mengenai Tabrakan

Berikut ini adalah beberapa aturan IMO yang akan diterapkan dalam penelitian ini yaitu: (1) Rule of right, jika kedua kapal bertemu berhadapan hadapan maka keduanya harus memanuever kapalnya kea rah kanan dan jika ingin mendahului kepala yang ada didepannya maka kapal yang ada dibelakangnya memanuver kapalnya kekanan sedangkan yang lainnya kekiri. (2) West is the best, East is the last. Jika nahkoda kapal yang satu melihat kapal yang lain berada dikirinya maka nahkoda kapal tersebut diharuskan untuk lewat terlebih dahulu dan sebaliknya jika nahkoda kapal yang satu melihat kapal lain berada di kanannya maka nahkoda kapal tersebut diharuskan untuk mengurangi kecepatannya dan menunggu kapal yang dilihat untuk lewat terlebih dahulu.

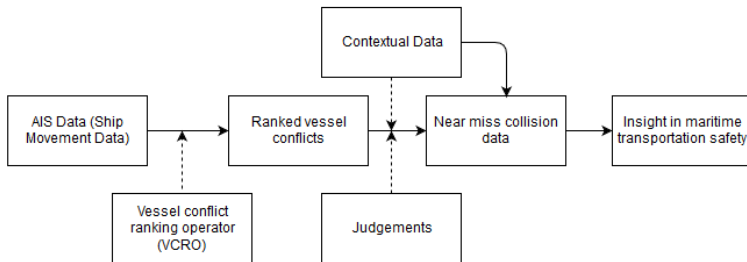


Gambar 2. 7 Tindakan Pencegahan Tubrukan (IMO)

2.5 Kerangka konseptual untuk penelitian *near miss collisions* (*Conceptual framework for research on near miss collisions*)

Gambar 2.8 menunjukkan kerangka konseptual tentang penelitian *near miss collision* untuk mempermudah pemahaman tentang metode yang dikembangkan dalam penelitian ini. Langkah pertama dimulai dari data yang diperoleh dari AIS, yang menampilkan tentang informasi lalu lintas dalam wilayah laut tertentu, pada penelitian kali ini data AIS yang dianalisa adalah data AIS di Selat Madura. Lalu langkah kedua, dari data AIS (*automatic identification system*) yang diperoleh dilakukan pengeplotan untuk mengetahui posisi kapal, arah haluan kapal, dan pertemuan kapal (kapal mana saja yang bertemu (*overtake*, *head on*, *crossing*)). Metode yang digunakan adalah *Vessel Conflict Ranking Operator* (VCRO) untuk menilai tingkat keparahan dari suatu perjumpaan atau pertemuan antar kapal, semakin tinggi nilai VCRO maka pertemuan tersebut adalah pertemuan yang berbahaya, dan sebaliknya, semakin rendah nilai dari VCRO maka pertemuan tersebut adalah pertemuan yang aman.

Perbandingan vessel conflicts berdasarkan pada data yang diperoleh dari Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO) cukup dengan mempertimbangkan pertemuan antar kapal sebagai potensi near miss. Hal tersebut membutuhkan kontekstualitas yang lebih luas mengenai perjumpaan antar kapal, dimana factor factor lain seperti kondisi alur pelayaran, kondisi meteorologis (cuaca), ukuran kapal dan tipe kapal dianggap berpengaruh terhadap potensi near mis, tak hanya itu pengalaman dalam situasi navigasi secara keseluruhan juga berpengaruh, dimana Navigator bisa mendeteksi potensi near



Gambar 2. 8 Kerangka Kerja Analisis Near Miss menggunakan Metode VCRO

miss dan memutuskan perlunya tindakan penghindaran dari tabrakan antar kapal berdasarkan proximity of the interacting vessels, geospasial dan kondisi meteorology (Chauvin dan Lardjane; 2008)

Oleh karena itu, data kontekstual tambahan dimasukkan perbandingan pertemuan kapal tertinggi, lalu dari data tersebut bisa dideteksi apakah berpotensi untuk near miss atau tidak. berkaitan dengan pertemuan yang mengarah terhadap *near miss database*. informasi ini dapat memberikan wawasan dalam keselamatan lalu lintas di laut. Pertama, menghubungkan database near miss dengan traffic volume dan database kecelakaan dapat memberikan informasi nilai sebenarnya dari near miss dalam menilai tingkat keselamatan navigasi, misalnya menggunakan Bayesia data learning techniques (Hanninen dan Kujala, 2014). regression type models (Debnath et al, 2011) atau Markov modelling (Faghih-Roohi et al, 2014). Dapat digunakan untuk menyelidiki pentingnya faktor faktor kontekstual saat terjadi potensi *near miss*.

2.6 Vessel Conflict Ranking Operator

Pada diagram metodologi penelitian, tujuan dari vessel conflict ranking operator (VCRO) adalah menentukan sebuah kriteria atau penilaian tingkat bahaya atau potensi *near miss* yang diakibatkan oleh perjumpaan antar kapal, secara singkat VCRO menggambarkan tingkat keparahan dari suatu pertemuan antar kapal. Peringkat yang lebih tinggi menandakan bahaya pertemuan yang besar, sementara peringkat yang lebih rendah menandakan bahaya pertemuan yang kecil. Sebagai sebuah penilaian conflict, penilaian vessel conflict ranking operator didasari pada kemampuan dalam menilai sebuah conflict. Vessel conflict ranking operator mempunyai pemodelan matematika yang didasari oleh kemampuan penilaian dan data yang diperoleh dari automatic identification system (AIS).

➤ *Model Content*

Pada beberapa pemodelan risiko tubrukan kapal, jarak pada *Distance Closest Point of Approach (DCPA)* dan waktu terhadap *closest point of approach (TCPA)* digunakan untuk menilai risiko tubrukan. DCPA dan TCPA tidak merefleksikan tingkat keamanan dari pertemuan antar kapal.

Pertama, pada pertemuan saling berhadapan antara dua kapal, jika sebuah kapal melakukan pergerakan menyilang terhadap kapal didekatnya dengan jarak yang sangat dekat yang berarti nilai dari *closest point of approach (CPA)* sangat kecil akan tetapi memiliki nilai *bow cross-range (BCR)*, jarak kapal kedua yang melewati haluan depan kapal pertama. Nilai CPA yang kecil menunjukkan pertemuan antar kapal yang tidak aman. Dalam beberapa kasus, BCR informative dan dapat digunakan untuk membuat kesimpulan, dimana CPA bisa mengarah terhadap *misclassification* dari pertemuan yang seharusnya aman menjadi tidak aman.

Kedua, DCPA tidak memperhitungkan orientasi relative pertemuan antar kapal. Karena kedua alasan tersebut, VCRO dibangun menggunakan model matematika yang berdasarkan pada *generic characteristics* pertemuan antar kapal. Berikut ini merupakan faktor faktor yang termasuk kedalam pemodelan matematik:

- Jarak antar dua kapal
- Rata rata perubahan jarak pada pertemuan antar dua kapal, ditentukan oleh kecepatan relatif dari dua kapal yang saling berpapasan
- Arah haluan kapal.

Ini berkaitan dengan waktu yang tersedia untuk *officers* melakukan tindakan untuk menghindari tubrukan dan besarnya tindakan yang diperlukan untuk mengamankan situasi. Waktu yang tersedia tergantung dari jarak dan kecepatan relatif dua kapal yang saling berhadapan, sedangkan besarnya tindakan dinilai berdasarkan perbedaan antara *headings* kapal. Tiga elemen tersebut (waktu, jarak, dan kecepatan) menggambarkan kompleksitas dari pertemuan antara dua kapal, dan dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan peringkat bahaya dalam *conflict* pertemuan antara dua kapal.

➤ **Model structure**

Dalam membuat model matematika dari VCRO, bentuk fungsional didapatkan dari faktor hubungan kualitatif individu yang dianggap memiliki kaitan dengan tingkat bahaya dalam *conflict*. Dimana, jarak, kecepatan relative dan waktu masing masing dilambangkan sebagai x , y , z .

Jarak x saja tidak bisa menggambarkan kompleksitas dari sebuah perjumpaan antar kapal, tetapi harus menggunakan hubungan dengan parameter lain. Namun, jarak saja bisa digunakan untuk mengurangi bahaya perjumpaan antara dua

kapal dengan menjauhkan jarak antar kapal tersebut. Dalam model matematika, hubungan tersebut dibuat kedalam persamaan

$$VCRO \sim f(x^{-1}) \quad (1)$$

Kecepatan relative (y), mengakibatkan perubahan jarak antara dua kapal, dan dihitung dari *heading* dan kecepatan dua kapal tersebut seperti yang digambarkan pada gambar. semakin tinggi kecepatan relatif semakin sedikit waktu yang dimiliki officer untuk menghindari tubrukan. Efek dari kecepatan relatif dianalisa secara numerik seperti dibawah ini

$$VCRO \sim f(y) \quad (2)$$

Fase (z), dimaksudkan sebagai sudut atau arah datangnya kapal terhadap kapal yang ada dihadapannya, atau dengan kata lain fasa adalah lokasi relative dua kapal dan menentukan besarnya jarak yang diperlukan untuk melakukan tindakan mengelak guna menghindari tubrukan, bisa juga dikatakan phase terbentuk dari arah haluan antara dua kapal. Dalam model matematika, fasa dimodelkan sebagai berikut

$$VCRO \sim f(g(z)) \quad (3)$$

Gambar VII.2 dengan demikian, VCRO memiliki bentuk fungsi matematika sebagai berikut:

$$VCRO \sim f(x^{-1}, y, g(z)) \quad (4)$$

Dimana $g(z)$ merupakan sebuah fungsi periodic yang janggal dan perlu disederhanakan lagi.

➤ *Formulation of the mathematical form*

Fungsi periodik $\gamma(t)$ dengan periode T dapat berkembang menjadi serangkaian persamaan berikut:

$$\gamma(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k \cdot e^{jk\left(\frac{2\pi}{T}\right)t} \quad (5)$$

$$a_k = \frac{1}{T} \int \varphi(t) \cdot e^{-jk\left(\frac{2\pi}{T}\right)t} \quad (6)$$

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \cdot \sin \theta \quad (7)$$

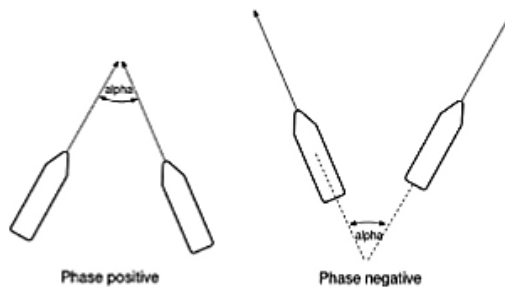
Sehingga $g(z)$ merupakan fungsi yang janggal maka bisa digambarkan dengan persamaan sebagai berikut

$$go(x) = \sum_{-\infty}^{+\infty} bx \cdot \sin(kx) \quad (8)$$

$$go(x) = m \cdot \sin x + n \cdot \sin(2x) \quad (9)$$

Berdasarkan beberapa persamaan diatas maka didapatkan persamaan VCRO

$$VCRO(x, y, z) = ((kx^{-1}y)(m \cdot \sin(z) + n \cdot \sin(2Z)) \quad (10)$$



Gambar 2. 9 Jenis Phase (Phase Negative – Phase Positive)

jika kedua kapal memiliki sudut datang atau fasa yang sama atau fasa sama dengan nol maka persamaannya menjadi

$$VCRO(x, y) = (kx^{-1}y) \quad (11)$$

2.8 K-means

K-means merupakan salah satu algoritma clustering. Tujuan algoritma ini yaitu untuk membagi data menjadi beberapa kelompok. Algoritma ini menerima masukan berupa data tanpa label kelas. Hal ini berbeda dengan supervised learning yang menerima masukan berupa vektor $(-x-1, y1)$, $(-x-2, y2)$, ..., $(-x-i, yi)$, di mana x_i merupakan data dari suatu data pelatihan dan y_i merupakan label kelas untuk x_i

Pada algoritma pembelajaran ini, komputer mengelompokkan sendiri data-data yang menjadi masukannya tanpa mengetahui terlebih dulu target kelasnya. Pembelajaran ini termasuk dalam unsupervised learning. Masukan yang diterima adalah data atau objek dan k buah kelompok (cluster) yang diinginkan. Algoritma ini akan mengelompokkan data atau objek ke dalam k buah kelompok tersebut. Pada setiap cluster terdapat titik pusat (centroid) yang merepresentasikan cluster tersebut.

K-means ditemukan oleh beberapa orang yaitu Lloyd (1957, 1982), Forgey (1965), Friedman and Rubin (1967), and McQueen (1967). Ide dari clustering pertama kali ditemukan oleh Lloyd pada tahun 1957, namun hal tersebut baru dipublikasi pada tahun 1982. Pada tahun 1965, Forgey juga mempublikasi teknik yang sama sehingga terkadang dikenal sebagai Lloyd-Forgey pada beberapa sumber.

Algoritma untuk melakukan K-Means *clustering* adalah sebagai berikut:

1. Pilih K buah titik *centroid* secara acak
2. Kelompokkan data sehingga terbentuk K buah *cluster* dengan titik *centroid* dari setiap *cluster* merupakan titik *centroid* yang telah dipilih sebelumnya
3. Perbaharui nilai titik *centroid*
4. Ulangi langkah 2 dan 3 sampai nilai dari titik *centroid* tidak lagi berubah

Ada beberapa kelebihan pada algoritma k-means, yaitu:

1. Mudah untuk diimplementasikan dan dijalankan.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan pembelajaran ini relatif cepat.
3. Mudah untuk diadaptasi.
4. Umum digunakan.

Algoritma k-means memiliki beberapa kelebihan, namun ada kekurangannya juga. Kekurangan dari algoritma tersebut yaitu:

1. Sebelum algoritma dijalankan, k buah titik diinisialisasi secara *random* sehingga pengelompokan data yang dihasilkan dapat berbeda-beda. Jika nilai *random* untuk inisialisasi kurang baik, maka pengelompokan yang dihasilkan pun menjadi kurang optimal.
2. Dapat terjebak dalam masalah yang disebut *curse of dimensionality*. Hal ini dapat terjadi jika data pelatihan memiliki dimensi yang sangat tinggi (Contoh jika data pelatihan terdiri dari 2 atribut maka dimensinya adalah 2 dimensi. Namun jika ada 20 atribut, maka akan ada 20 dimensi). Salah satu cara kerja algoritma ini adalah mencari jarak terdekat antara k buah titik dengan titik lainnya. Jika mencari jarak antar titik pada 2 dimensi, masih mudah dilakukan. Namun bagaimana mencari jarak antar titik jika terdapat 20 dimensi. Hal ini akan menjadi sulit.
3. Jika hanya terdapat beberapa titik sampel data, maka cukup mudah untuk menghitung dan mencari titik terdekat dengan k titik yang diinisialisasi secara *random*. Namun jika terdapat banyak sekali titik data (misalnya satu milyar buah data), maka perhitungan dan pencarian titik terdekat akan membutuhkan waktu yang lama. Proses tersebut dapat dipercepat, namun dibutuhkan struktur data yang lebih rumit seperti *kD-Tree* atau *hashing*.

2.9 Sistem Informasi Geografis (ArcGIS)

ArcGIS adalah salah satu software yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science & Research Institute) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam software GIS yang berbeda seperti GIS desktop, server, dan GIS berbasis web. Software ini mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 2000. Produk Utama Dari ARCGIS adalah ARCGIS desktop, dimana arcgis desktop merupakan software GIS professional yang komprehensif dan dikelompokkan atas tiga komponen yaitu: ArcView (komponen yang focus ke penggunaan data yang komprehensif, pemetaan dan analisis), ArcEditor (lebih fokus ke arah editing data spasial) dan ArcInfo (lebih lengkap dalam menyajikan fungsi-fungsi GIS termasuk untuk keperluan analisis geoprocesing)

Software ArcGIS pertama kali diperkenalkan kepada publik oleh ESRI pada tahun 1999, yaitu dengan kode versi 8.0 (ArcGIS 8.0). ArcGIS merupakan penggabungan, modifikasi dan peningkatan dari 2 software ESRI yang sudah terkenal sebelumnya yaitu ArcView GIS 3.3 (ArcView 3.3) dan Arc/INFO Workstation 7.2 (terutama untuk tampilannya). Bagi yang sudah terbiasa dengan kedua software tersebut, maka sedikit lebih mudah untuk bermigrasi ke ArcGIS. Setelah itu berkembang dan ditingkatkan terus kemampuan si ArcGIS ini oleh ESRI yaitu berturut turut ArcGIS 8.1, 8.2, 9.0, 9.1, 9.2, dan terakhir saat ini ArcGIS 9.3 (9.3.1) dan sekarang sudah ada ArcGIS 10.

ArcGIS meliputi perangkat lunak berbasis Windows sebagai berikut:

- ArcReader, yang memungkinkan pengguna menampilkan peta yang dibuat menggunakan produk ArcGIS lainnya;

ArcGIS Desktop, memiliki lima tingkat lisensi:

- ArcView, yang memungkinkan pengguna menampilkan data spasial, membuat peta berlapis, serta melakukan analisis spasial dasar;
- ArcMap adalah aplikasi utama untuk kebanyakan proses GIS dan pemetaan dengan komputer. ArcMap memiliki kemampuan utama untuk visualisasi, membangun database spasial yang baru, memilih (query), editing, menciptakan desain-desain peta, analisis dan pembuatan tampilan akhir dalam laporan-laporan kegiatan. Beberapa hal yang dapat dilakukan oleh ArcMap diantaranya yaitu penjelajahan data (exploring), analisa sig (analyzing), presenting result, customizing data dan programming
- ArcEditor, memiliki kemampuan sebagaimana ArcView dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas shapefile dan geodatabase;
- ArcInfo, memiliki kemampuan sebagaimana ArcEditor dengan tambahan fungsi manipulasi data, penyuntingan, dan analisis.
- ArcCatalog, tool untuk menjelajah (browsing), mengatur (organizing), membagi (distribution) mendokumentasikan data spasial maupun metadata dan menyimpan (documentation) data – data SIG. ArcCatalog membantu dalam proses eksplorasi dan pengelolaan data spasial. Setelah data terhubung, ArcCatalog dapat digunakan untuk melihat data. Bila ada data yang akan digunakan, dapat langsung ditambahkan pada peta. Seringkali, saat memperoleh data dari pihak lain, data tidak dapat langsung digunakan. Data tersebut mungkin masih perlu diubah sistem koordinat atau proyeksinya, dimodifikasi atributnya, atau dihubungkan antara data geografis dengan atribut yang tersimpan pada tabel terpisah. Pada saat data siap, isi dan struktur data sebagaimana halnya perubahan-perubahan yang dilakukan, harus didokumentasikan. Berbagai aktivitas pengelolaan data ini dapat dilakukan menggunakan fasilitas yang tersedia pada ArcCatalog.

➤ **Kegunaan ArcGIS**

ESRI (Environmental System Research Institute) yang berpusat di Redlands, California, adalah salah satu perusahaan yang mapan dalam pengembangan perangkat lunak untuk GIS. Memulai debutnya dengan produk ArcInfo 2.0 pada awal 1990 an, ESRI terus memperbaiki produknya untuk mengakomodasi berbagai kebutuhan dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. Produk yang paling terkenal dan hingga saat ini masih banyak digunakan oleh pengguna GIS adalah Arc/Info 3.51 dan ArcView 3.3. Kedua produk ini masih digunakan karena sifatnya yang ringan, tidak haus memory dan kelengkapan fasilitasnya cukup memadai. Saat ini, produk terakhir ESRI adalah ArcGIS versi 10 yang dirilis pada 28 Juni 2010 yang lalu. Dengan bervariasinya kalangan pengguna GIS, software ArcGIS yang diproduksi oleh ESRI mencakup penggunaan GIS pada berbagai skala:

1. ArcGIS Desktop, ditujukan untuk pengguna GIS profesional (perorangan maupun institusi)
2. ArcObjects, dibuat untuk para developer yang selalu ingin membuat inovasi dan pengembangan
3. Server GIS (ArcIMS, ArcSDE, lokal), dibuat bagi pengguna awam yang mengumpulkan data spasial melalui aplikasi di internet
4. Mobile GIS, diciptakan bagi pengguna GIS yang dinamis, software ini mengumpulkan data lapangan.

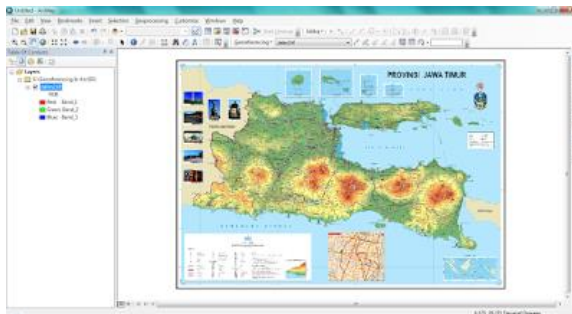
Pengaturan pada data frame sangat penting untuk diketahui, pengaturan tersebut terutama adalah meliputi:

1. pengaturan unit peta yang kita buat (tab General)
2. penentuan skala tampilan (tab Data Frame)
3. penentuan sistem koordinat (tab Coordinate System)

4. Pengaturan grid koordinat pada layout (tab Grid)

➤ **Kelemahan ArcGIS**

1. ArcGIS perlu spek hardware yang lebih tinggi. Dalam bahasa yang simple, ArcGIS lebih berat.
 2. ArcGIS secara default tidak support multi View dan multi layout. Ini sangat menyulitkan pembuatan peta masal seperti Peta kegiatan GNRHL
 3. Penggunaan ArcGIS tidak akan efisien jika tidak menggunakan beberapa software yang lain selain ArcMap yang dibuka bersama, misalnya ArcCatalog, Windows Explorer, dan Notepad.
 4. ArcGIS tidak 100% persen kompatible dengan ArcView 3x. Proses migrasi akan sangat revolusioner, seperti migrasi dari MS Word 2003 ke MS Word 2007.
 5. Di ArcGIS terdapat Xtool dan ET tetapi berbayar
- Contoh gambar peta dalam GIS tampak pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Tampilan ArcMap (GIS)

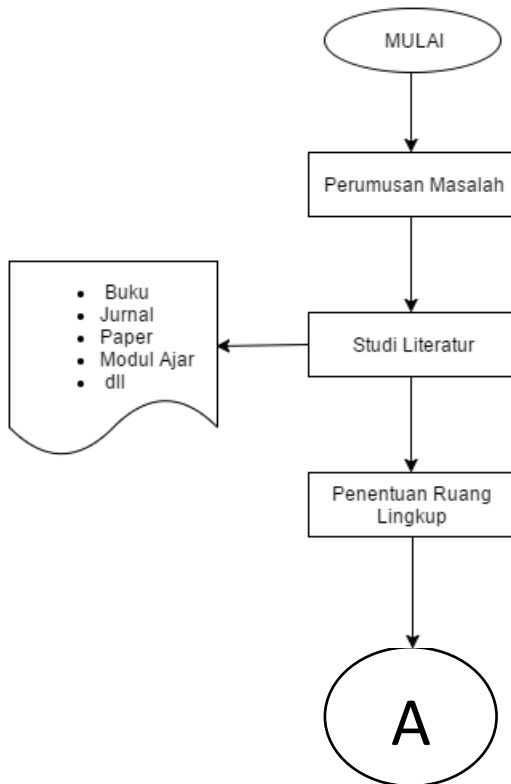
(sumber: <https://4.bp.blogspot.com/-PgXSfwWeA-Q/VZQERVETeAI/AAAAAAAAAB44/FTpPn2JVys0/s1600/a.png>)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

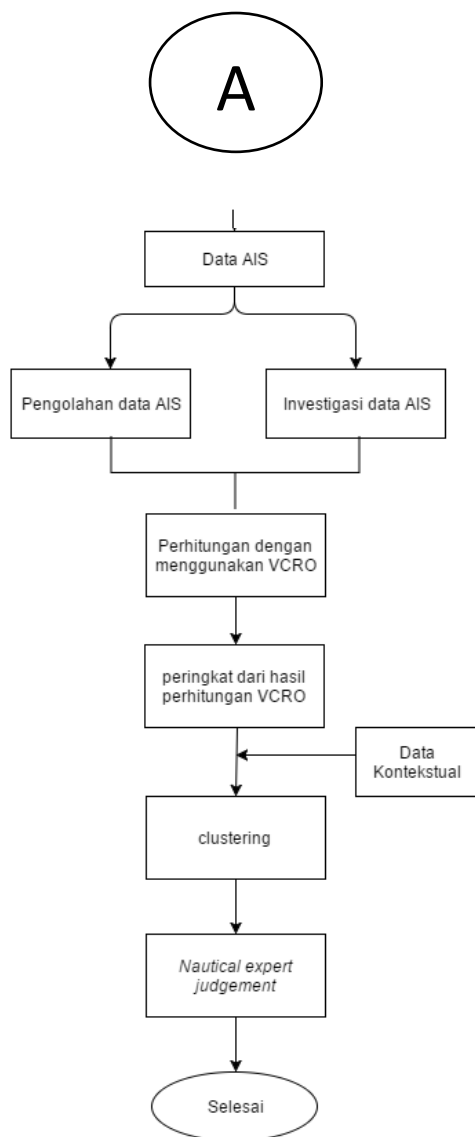
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini meliputi beberapa tahapan yang secara skematis digambarkan melalui flowchart penelitian seperti yang ditampilkan Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 Lanjutan Flowchart Metodologi Penelitian

3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap pertama dalam pelaksanaan tugas akhir, dimana pada tahap inilah mengapa suatu permasalahan yang ada harus diselesaikan sehingga dapat dijadikan bahan dalam tugas akhir. Selain itu, informasi pendukung serta batasan masalah dibutuhkan agar alur pengerjaan tugas akhir ini terarah dan dapat dikerjakan dengan baik. Dalam skripsi ini, masalah yang akan dibahas dan dipecahkan adalah mengenai Analisa Near Miss Kapal Pada Aktivitas Pelayaran Di Selat Madura Menggunakan Data Automatic Identification System (AIS).

3.2 Penentuan Ruang Lingkup Penelitian

Penentuan ruang lingkup penelitian bertujuan untuk mempermudah penulisan laporan skripsi ini dan agar lebih terarah dan berjalan dengan baik, maka perlu kiranya dibuat suatu batasan masalah.

3.3 Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah studi literatur, yakni mencari dan mempelajari apa saja yang dapat memecahkan masalah yang sedang dibahas di dalam tugas akhir ini. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara membaca buku, jurnal, ataupun paper yang berhubungan dengan permasalahan tersebut.

Setelah suatu permasalahan sudah diketahui, maka selanjutnya adalah studi literatur. Dimana pada tahap ini, dicari dan dipelajari mengenai permasalahan yang ada, sehingga jelas apa saja yang harus dilakukan dalam skripsi ini agar permasalahan tersebut dapat terpecahkan. Studi literature dapat dilakukan dengan cara membaca

paper atau jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dipecahkan. Studi literatur mencakup dua hal yaitu:

- Studi teori yang terkait dengan masalah yang akan diteliti
- Studi hasil penelitian terkait yang pernah dilakukan.

Tinjauan pustaka diperlukan dalam sebuah penelitian dengan tujuan untuk:

- Mengetahui apakah penelitian yang akan dilaksanakan pernah dilakukan orang lain sehingga tidak terjadi duplikasi.
- Mengetahui hasil penelitian orang lain dalam bidang yang sama, sehingga dapat memperluas wacana pembahasan penelitian nantinya.
- Mempertajam penguasaan teori yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.
- Memperoleh informasi rancangan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain.

3.4 Pengumpulan & Investigasi Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara-cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data merupakan salah satu tahapan sangat penting dalam penelitian. Teknik pengumpulan data yang benar akan menghasilkan data yang memiliki kredibilitas tinggi dan sebaliknya. Oleh karena itu, tahap ini tidak boleh salah dan harus dilakukan dengan cermat sesuai prosedur dan ciri-ciri penelitian kualitatif. Sebab kesalahan atau ketidaksempurnaan

dalam metode pengumpulan data akan berakibat fatal, yakni berupa data yang tidak credible, sehingga hasil penelitiannya tidak bisa dipertanggung jawabkan. Hasil penelitian demikian sangat berbahaya, jika dipakai sebagai dasar pertimbangan untuk mengambil kebijakan.

Pada langkah ini adalah mengumpulkan data, yang berasal dari automatic identification system (AIS), berikut ini adalah data primer yang berasal dari AIS yang dibutuhkan untuk melakukan penilaian near miss :

- IMO Number kapal
- Heading kapal (arah haluan kapal)
- Kecepatan kapal
- Jarak antar kapal

Analisa data Automatic Identification System (AIS) dilakukan untuk mengetahui densitas trafik di Selat Madura.

3.5 Pengeplotan Data AIS menggunakan Arcmap (GIS)

Pengeplotan bertujuan untuk mengetahui posisi kapal, pertemuan antar kapal. Pengeplotan dilakukan menggunakan bantuan Arcmap, dengan menggunakan Arcmap (GIS) maka arah haluan (*Course Over Ground*) dari seluruh kapal dapat diketahui.

3.6 Perhitungan dengan Metode Vessel Conflict Ranking Operator

Pada penelitian kali ini metode yang digunakan untuk mendeteksi kondisi *near miss* adalah *vessel conflict ranking operator (VCRO)*, metode ini digunakan untuk menilai tingkat keparahan dari sebuah pertemuan antar

kapal, dan juga mendeteksi kondisi *near miss* dari suatu pertemuan.

Dalam beberapa pertemuan seperti pada kondisi antar kapal saling berhadapan (*head on*) dan saling mendahului (*overtake*) tidak terdapat phase, sudut yang dihasilkan dari arah haluan kapal yang bertemu, parameter untuk menilai tingkat keparahan pertemuan hanya jarak antar kapal dan kecepatan relative antar kapal. Namun pada kondisi pertemuan antar kapal menyilang (*crossing*) terdapat tiga parameter untuk menentukan keparahan dari suatu pertemuan antar kapal, yaitu jarak antar kapal, kecepatan relatif antar kapal, dan phase, sudut yang dihasilkan dari arah haluan kapal.

Metode VCRO (*vessel Conflict Ranking Operator*) hanya bisa memberikan gambaran tentang tingkat keparahan dari suatu perjumpaan antar kapal, untuk menentukan kondisi *near miss* dari suatu pertemuan diperlukan pendapat dari para senior officer.

3.7 K-Means Clusterring

K-means merupakan salah satu algoritma clustering. Tujuan algoritma ini yaitu untuk membagi data menjadi beberapa kelompok.

3.8 Judgement by Senior Officer (Judgement by expert)

Diperlukan pendapat dari para senior officer untuk menentukan kondisi *near miss* dari suatu perjumpaan antar kapal.

Pendapat dari para ahli yang diperlukan pada penelitian ini untuk menentukan kondisi *near miss* adalah jarak antar kapal, dan kecepatan relatif antar kapal serta panjang kapal, yang berkaitan dengan jarak aman pada perjumpaan antar kapal.

3.9 Near Miss Data Base

Near Miss Data Base bertujuan untuk mengetahui jumlah kondisi *near miss* dari seluruh perjumpaan antar kapal di Selat Madura dalam waktu satu hari.

3.10 Kesimpulan Dan Saran

Tahap ini merupakan tahapan yang terakhir dimana pada tahap ini ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan dan permasalahan yang sudah ditentukan diatas. Kesimpulan ini dibuat berdasarkan langkah-langkah yang telah dilakukan selama penelitian. Saran pada penelitian ini merupakan masukan berupa perbaikan pada sistem yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB IV

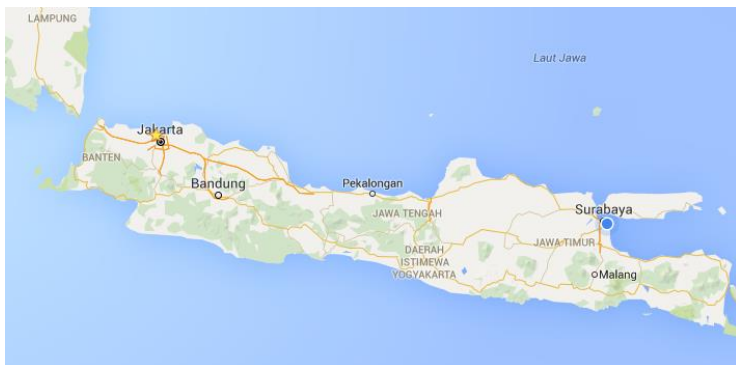
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Selat Madura. Selat Madura merupakan salah satu selat yang berada di Indonesia tepatnya di Jawa Timur, yang memisahkan antara pulau Jawa dan Madura, Jarak terdekat antara kedua pulau ini berada di ujung barat Pulau Madura (yaitu di wilayah Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya serta Kabupaten Bangkalan). Selat Madura terdapat pulau-pulau kecil, di antaranya Pulau Kambing, Pulau Giliraja, Pulau Genteng, dan Pulau Ketapang, seperti yang terlihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 lokasinya terletak pada koordinat $113^{\circ} 00' - 115^{\circ} 00' \text{ BT}$ dan $7^{\circ} 05' - 7^{\circ} 50' \text{ LS}$. Lokasi ini dipilih karena Selat Madura merupakan salah satu alur pelayaran dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Banyak kapal niaga seperti kapal *general cargo*, *container*, dan *bulk carrier* melewati jalur ini. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pelabuhan yang ada di sekitar Selat Madura, salah satu pelabuhan yang paling besar adalah tanjung perak. Selain itu, saat ini sudah terdapat pelabuhan Teluk Lamong yang pasti memberikan pengaruh terhadap pola pergerakan lalu lintas kapal yang ada. Pada gambar 4.2 terlihat kondisi geografis selat Madura yang sempit. Selain itu berdasarkan data yang ada, diketahui bahwa kedalaman rata rata perairan selat Madura sekitar 9,5 meter. hal tersebut menambah risiko terjadinya bahaya pada alur pelayaran ini. Perlu dilakukan pemantauan untuk meminimalisir terjadinya bahaya pada alur pelayaran ini, seiring dengan bertambahnya volume lalu lintas kapal.



(a)



(b)

Gambar 4. 1 Lokasi penelitian (Google Maps, 2016)

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1. Data AIS

Pengumpulan data AIS dilakukan secara langsung didalam laboratorium keandalan dan keselamatan dengan menggunakan receiver AIS yang berada pada laboratorium tersebut. Receiver ini mampu merekam seluruh data AIS dalam radius 20 mil, yang nantinya akan di load dalam bentuk format

file *.csv. Dalam pengerjaan skripsi ini menggunakan data yang telah direkam oleh AIS. Rangkaian receiver AIS di laboratorium keandalan dan keselamatan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut;



Gambar 4. 2 Rangkaian Automatic Identification System Yang terpasang Di Lab Keandalan & Kselamatan JTSP

Pemasangan antenna VHF AIS ditempatkan di posisi yang ditinggikan yang sebebas mungkin dengan minimal 0,5 meter dalam arah horizontal dari konstruksi yang terbuat dari bahan konduktif. Antenna tidak harus dipasang dekat dengan halangan vertikal besar. Tujuan untuk VHF antenna AIS adalah untuk melihat cakrawala bebas melalui 360 derajat Tidak boleh ada lebih dari satu antenna pada pesawat yang sama. AIS VHF antenna harus dipasang langsung di atas atau di bawah antenna telepon radio VHF utama kapal dengan tidak ada pemisahan horizontal dan dengan minimal 2,8 meter pemisahan vertikal. Jika terletak pada bidang yang sama sebagai antenna lain, terpisah jarak harus setidaknya 10 meter. Dari ketentuan tersebut maka antenna ini ditempatkan di gedung teknik sistem

perkapalan lantai tiga yang merupakan lantai paling atas dari gedung Teknik Sistem Perkapalan.

Data AIS receiver dihubungkan dengan hub yang terbagi ke laptop AIS display yang dapat menampilkan hasil dari data AIS yang didapat oleh AIS receiver. Untuk data yang diterima oleh AIS receiver ini antara lain;

Data Dinamis

- Posisi kapal
Posisi ini yang nanti digunakan untuk mengetahui koordinat letak kapal
- Universal Time Coordinated (UTC)
UTC ini merupakan skala waktu yang sangat akurat dan stabil, dan dari data ini ditentukan waktu untuk perhitungan.
- Course Over Ground (COG)
COG ini digunakan untuk menentukan arah gerakan kapal relative terhadap suatu titik tertentu.
- Speed Over Ground (SOG)
SOG digunakan untuk mengetahui kecepatan kapal pada saat itu
- Rate of Turn (ROT)
Merupakan derajat perputaran dari kapal
- Heading
Merupakan arah kompas dari kapal
- Navigation status

Data statis

- MMSI (Maritime Mobile Service Identity)
- IMO Number
- Nama Kapal
- Tipe Kapal
- Call sign

- Length and beam
- Location of position fixing antenna on the ship

Dari data data yang diterima tersebut dapat dilihat secara visual dengan software x-navi pada sistem operasi Free BSD. Free BSD adalah suatu sistem operasi yang bekerja layaknya UNIX tetapi bukan turunan dari UNIX. Operating system ini dijuluki Free BSD karena software ini gratis untuk digunakan oleh siapapun termasuk untuk kepentingan komersial, source code yang tersedia dengan gratis, siapapun dapat meningkatkan performa FreeBSD ini atau menemukan bug untuk mensubmit source codenya, kata “*free*” dapat diartikan sebagai gratis, atau dapat digunakan sesuai keinginan user.

Dari data yang ditampilkan dan disimpan pada laptop AIS display selanjutnya data tersebut ditransfer pada computer server untuk keperluan analisa data. Data AIS dikumpulkan secara langsung melalui AIS receiver yang ada di laboratorium keandalan dan keselamatan. AIS receiver ini mampu menerima data dari AIS transponder dengan jangkauan sekitar 70 km. data yang terekam dapat diubah ke dalam bentuk data csv agar dapat dipelajari lagi untuk penelitian ataupun penelusuran gerakan kapal. Bentuk data csv yang terekam dari AIS Receiver Laboratorium keandalan dan keselamatan JTSP:

Data AIS yang dibutuhkan pada penelitian ini seperti data AIS yang sudah diubah dalam bentuk csv pada tabel 4.1 tanggal dan waktu dibutuhkan untuk penelusuran pergerakan dan posisi kapal. *MMSI number* merupakan Sembilan digit nomor unik yang dikirim melalui saluran frekuensi radio untuk mengidentifikasi kapal. Informasi tentang kecepatan aktual kapal terekam setiap 10 detik. Posisi kapal dapat diketahui dari *longitude* dan *latitude* yang dikirimkan oleh AIS *transponder*. Arah hadap kapal terdeteksi melalui data *ship course* dengan

range 1-360 derajat. Setiap 6 menit AIS akan memberikan informasi *IMO number*, *call sign*, nama kapal, estimasi waktu kedatangan, dan tujuan kapal.

- **Instalasi AIS pada Laboratorium Keandalan Keselamatan jurusan Teknik Sistem Perkapalan**

Tabel 4. 1 Data AIS Selat Madura yang di peroleh dari Lab Keandalan & Keselamatan JTSP - ITS

msg_md5	msg_nmmsi	msg_kind	msg_repeat	data_lat	data_lon	data_nav	data_rot	data_sog	data_cog	data_heading	data_rate	time
2934dfe7a90c2d1	525012286	1	0	-7.191635	112.6917	8	-128	0	206.6	511	0	1455480663 2/14/16 22:41
1786c5d7fec5080	525012286	1	0	-7.191635	112.6917	8	-128	0	0	511	50	1455486593 2/14/16 21:49
1c32f6d7f7ee49e	525012286	1	0	-7.191635	112.6918	8	-128	0	109	511	40	1455490122 2/14/16 22:48
3928cc2f3034021f	525012286	1	0	-7.191635	112.6921	8	-128	0.2	88.1	511	48	1455586908 2/16/16 1:41
3885a6b6d6b6b6b	525012286	1	0	-7.191635	112.6921	8	-128	0.2	52.9	511	50	1455399531 2/13/16 21:38
c181c66d94c2f0	525012286	1	0	-7.191635	112.6922	8	-128	0.2	171.1	511	42	1455353304 2/13/16 9:21
3925e1ba775ae4	525012286	1	0	-7.191635	112.6922	8	-128	0	310.9	511	13	1455491535 2/14/16 23:12
e1395d12108f12	525012286	1	0	-7.191635	112.6922	8	-128	0.2	76.6	511	21	1455399623 2/13/16 21:40
e43a4771e15979e	525012286	1	0	-7.191635	112.6923	8	-128	0	239.7	511	4	1455492966 2/14/16 23:36
452a968c37124f6	525012286	1	0	-7.191635	112.6923	8	-128	0	261.3	511	31	1455391773 2/13/16 19:29
13284a3e7b545d5	525012286	1	0	-7.191635	112.6923	8	-128	0	0	511	50	1455392031 2/13/16 19:33
d1a7028f1f6e1f1	525012286	1	0	-7.191635	112.6925	8	-128	0.1	96.7	511	51	1455401152 2/13/16 22:05
0a052b066f6e99f	525012286	1	0	-7.191635	112.6925	8	-128	0.5	273.6	511	2	1455347643 2/13/16 7:14
09f2eef81d440ec	525012286	3	0	-7.191635	112.6926	8	-127	0.3	40.8	75	54	1455348296 2/13/16 7:24
4321f37752d099f	525012286	1	0	-7.191635	112.6927	8	-128	0	279.3	511	40	1455390403 2/13/16 19:06
fa004fdea726e4	525012286	1	0	-7.191635	112.6928	8	-128	0	287.4	511	51	1455390353 2/13/16 19:05
f4b53a3ef36e6dc	525012286	1	0	-7.191635	112.6928	8	0	0	351.5	192	52	1455350033 2/13/16 7:53
093556e6b16f0d	525012286	1	0	-7.191635	112.6928	8	-128	0	107.8	511	1	1455389524 2/13/16 18:52
06ef1687f43d0e1	525012286	1	0	-7.191635	112.6928	8	-128	0	108.4	511	1	1455389644 2/13/16 18:54
de18c790432a698	525012286	1	0	-7.191635	112.6928	8	-128	0	217.1	511	52	1455401754 2/13/16 22:15
bb35de8d9813e1	525012286	1	0	-7.191635	112.6929	8	-128	0	0	511	51	1455389932 2/13/16 18:58

Automatic Identification System (AIS) Receiver yang terpasang di Laboratorium Keandalan dan Keselamatan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan menggunakan Furuno FA-30. AIS *Receiver* dihubungkan dengan computer pribadi dengan menggunakan penghubung (*connector*) RS-422.

Data dikirimkan melalui saluran radio VHF oleh AIS *transponder* yang terpasang pada kapal dan ditangkap oleh antenna yang terhubung dengan AIS *Receiver*. Data yang diterima oleh AIS *receiver* diolah menggunakan *script* Bahasa pemrograman pada laptop, sehingga dapat ditampilkan posisi dan pola pergerakan kapal dalam sebuah *map display*. Selain itu, data juga disimpan dalam bentuk csv pada *harddisk laptop* agar dapat digunakan untuk keperluan penelitian.

Tabel menampilkan data automatic identification system yang diperoleh dari laboratorium keandalan dan keselamatan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – FTK ITS.

4.2.2. Investigasi Data AIS

Dalam skripsi ini penulis membatasi masalah dari data AIS satu tahun di tahun 2015, diambil data trafik densitas kapal yang paling banyak pada bulan tertentu, hari tertentu dan jam tertentu.

Area studi ditunjukkan pada gambar 4.4 Berdasarkan investigasi AIS, terlihat bahwa traffic terpadat terjadi pada bulan April 2015, dimana mencapai 202 kapal perharinya. Jumlah tersebut pada area yang terpilih sesuai batas kotak pada gambar 4.3.

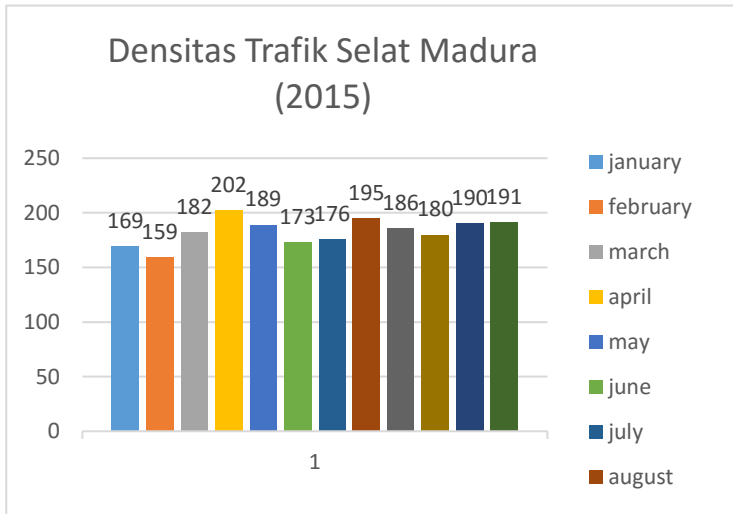


Gambar 4. 3 Lokasi penelitian tugas akhir (Google maps, 2016)

Data densitas trafik yang telah dimiliki oleh laboratorium keandalan dan safety telah mencakup seluruh data – data kapal dunia. Dari data densitas trafik maka dapat diketahui kondisi trafik di selat Madura dan pertemuan antar kapal yang akan dianalisa. Data automatic identification system yang telah diperoleh dari laboratorium keandalan dan safety kemudian diubah kedalam bentuk file *.csv.

Dari data ais yang diperoleh maka dapat diketahui densitas trafik di selat Madura, data dinamis kapal seperti *Course Over Ground*, *Rate of Turn*, dan *Speed Over Ground*, serta data statis seperti MMSI. Data MMSI (*maritime mobile service identity*) yang merupakan sebuah seri dari 8 digit nomor yang dikirim dalam bentuk data digital melalui sebuah channel frekuensi radio dengan tujuan sebagai identitas channel frekuensi radio dengan tujuan sebagai identitas khusus (unik) dari sebuah kapal kepada stasiun kapal, stasiun pantai, stasiun bumi, stasiun pantai dan bumi, serta grup panggil. Selain data tersebut pada data AIS juga memberikan data *IMO (International Maritime Organization) Number*, tipe kapal, UTC, *Speed over ground*, *course over ground*, *rate of turn*, dan heading dari kapal. Data automatic identification system yang diperoleh dari laboratorium keandalan dan keselamatan teknik sistem perkapalan FTK-ITS berbentuk file yang kemudian diubah kedalam bentuk file *.csv lalu Dari hasil investigasi data AIS selama satu tahun, didapatkan data *automatic identification system (AIS)* seperti pada tabel 4.1. Dari analisa data ais didapatkan diagram dibawah ini, Gambar 4.4, dari grafik tersebut diketahui bahwa bulan april adalah waktu dimana densitas trafik di selat Madura sangat tinggi, pemilihan waktu densitas trafik tertinggi karena pada saat densitas trafik

sangat tinggi ruang untuk olah gerak kapal sangat terbatas dan bisa menimbulkan kondisi *near miss* (*near collision*).



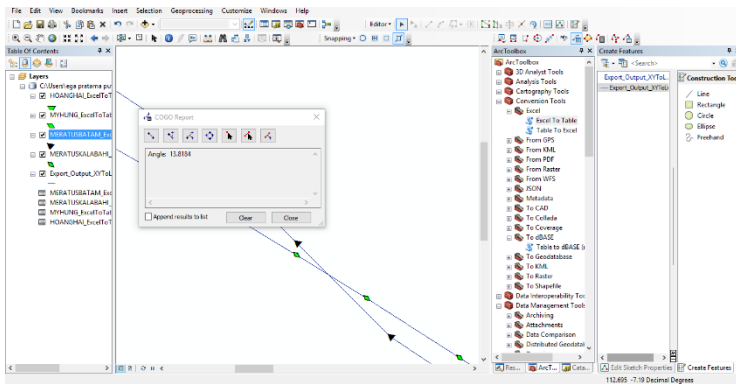
Gambar 4. 4 Densitas trafik Selat Madura selama tahun 2015

4.2.3 Pengeplotan Posisi Kapal

Setelah melakukan analisa densitas trafik di Selat Madura langkah selanjutnya adalah melakukan pengeplotan dari posisi kapal dalam satu hari, saat densitas trafik tertinggi selama satu tahun di tahun 2015. Pengeplotan dilakukan untuk mengetahui posisi kapal, perjumpaan kapal, dan arah haluan dari masing masing kapal. Pengeplotan dilakukan menggunakan software ArcGIS, dimana arcGiS mempunyai lima fungsi yang berbeda yang digunakan pada penelitian kali ini adalah arcMAP.

ArcMap adalah aplikasi utama untuk kebanyakan proses GIS dan pemetaan dengan komputer. ArcMap memiliki kemampuan utama untuk visualisasi, membangun

database spasial yang baru, memilih (query), editing, menciptakan desain-desain peta, analisis dan pembuatan tampilan akhir dalam laporan-laporan kegiatan. Beberapa hal yang dapat dilakukan oleh ArcMap diantaranya yaitu penjelajahan data (exploring), analisa sig (analyzing), presenting result, customizing data dan programming. Tampilan dari arcmap dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pengeplotan Posisi Kapal Menggunakan ArcMap (GIS)

4.3 Analisa *Near Miss* menggunakan metode *Vessel Conflict Ranking Operator (VCRO)*

Dalam perhitungan analisa *near miss* (*near collision*) menitik beratkan pada kecepatan kapal, heading kapal, dan posisi kapal yang diambil dari data pergerakan kapal yang diidentifikasi dari data *Automatic Identification System (AIS)*.

4.3.1. Parameter Perhitungan Near Miss (Near Collision)

Perhitungan *near miss* (*near collision*) pada penelitian ini menggunakan metode *Vessel Conflict Operator (VCRO)*,

yang dipengaruhi oleh beberapa parameter dalam menentukan tingkat keparahan suatu pertemuan antar kapal yang mengarah ke dalam kondisi *near miss* (*near collision*) diantaranya adalah:

1. Jarak antar kapal (antara dua kapal) (Nm)
2. Kecepatan relative (Knot)
3. Phase (degrees)

4.3.2. Analisa *near miss* dengan metode VCRO

Perhitungan *near miss* (*near collision*) menggunakan metode *Vessel Conflict Operator* (VCRO) perhitungan tersebut telah dirumuskan pada bab sebelumnya pada persamaan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$VCRO(x, y, z) = ((kx^{-1}y)(m \cdot \sin(z) + n \cdot \sin(2Z)) \quad (10)$$

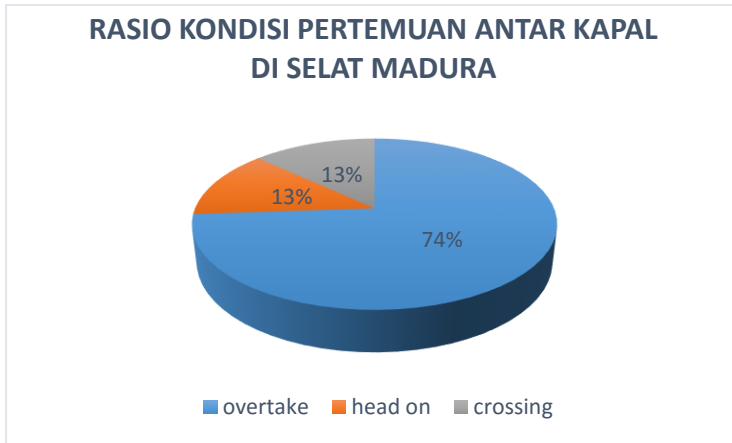
Persamaan diatas digunakan pada pertemuan antar kapal dalam kondisi crossing dimana dari pertemuan tersebut bisa diketahui nilai dari phase yang dihasilkan dari arah haluan dua kapal tersebut.

Namun, untuk kondisi dimana kapal saling berhadapan (head on) dan posisi mendahului (overtake) maka tidak ada *phase* yang dihasilkan maka untuk dua kondisi tersebut persamaan yang dipakai adalah persamaan (11).

$$VCRO(x, y) = (kx^{-1}y) \quad (11)$$

Dimana nilai k adalah 3.87, m adalah 1, dan n adalah 0.386. pada penelitian kali ini data yang diambil adalah

data bulan april 2015, waktu dimana densitas trafik paling tinggi selama tahun 2015 hingga maret 2016.

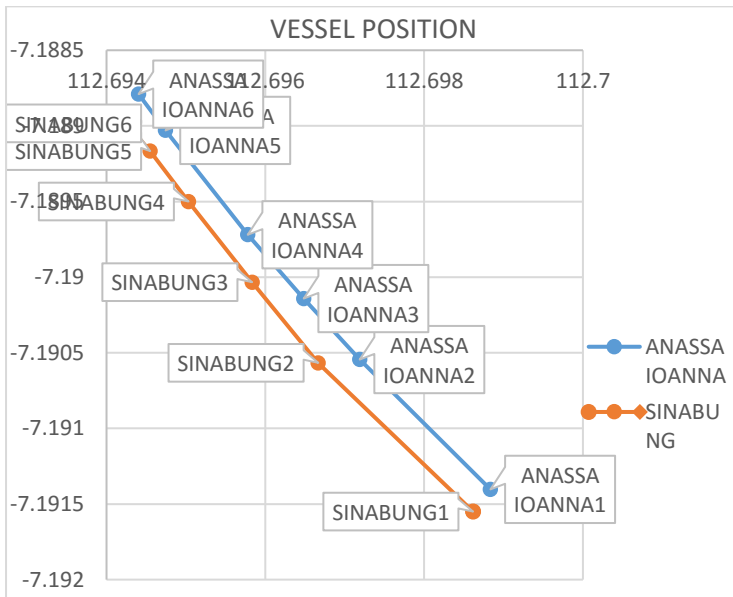


Gambar 4. 6 Rasio kondisi pertemuan antar kapal di Selat Madura pada 8 April 2015

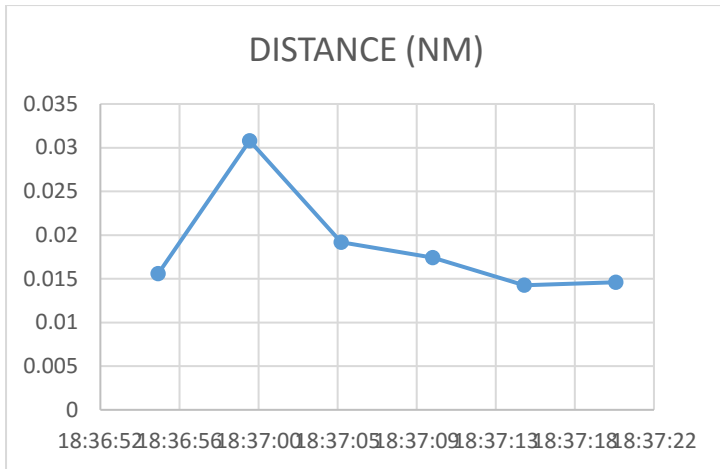
Dari data bulan april diperoleh sebanyak 23 pertemuan antar kapal di Selat Madura, daerah yang dipilih dalam penelitian kali ini, dengan rincian 17 pertemuan dengan kondisi *overtake* (mendahului), 3 pertemuan dengan kondisi menyilang (*crossing*), dan 3 pertemuan dengan kondisi berhadapan (*head on*) seperti yang ditampilkan pada gambar 4.6, lalu dihitung nilai VCRO dari tiap pertemuan antar dua kapal yang terjadi. Masing masing pertemuan kapal digambarkan oleh dua grafik, dimana titik ‘x’ menunjukkan posisi awal tiap kapal dan titik ‘o’ menunjukkan posisi akhir dari kapal. Dan grafik lainnya menunjukkan perubahan dari variable jarak (x), kecepatan relative (y), dan sudut atau phase (z) selama waktu

perjumpaan. Sumbu x menunjukkan waktu dari data AIS, sedangkan sumbu y menunjukkan parameter terkait vcro seperti kecepatan relative antar kapal (Knot), jarak antara kapal (Nautical mile), dan phase (degree).

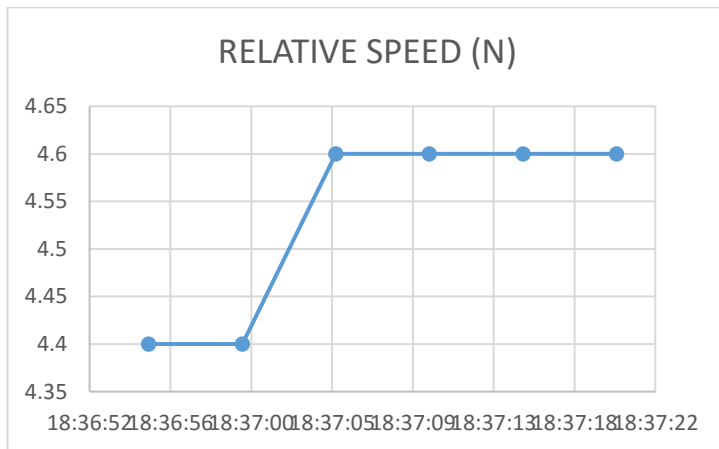
➤ Anassa Ioanna – Sinabung



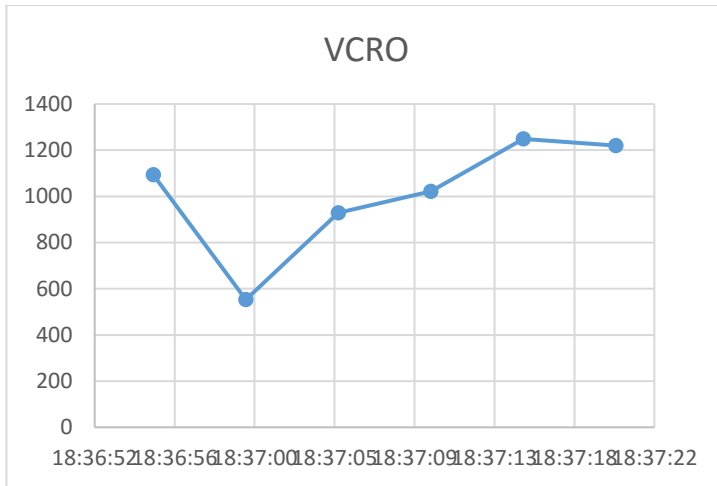
Gambar 4. 7 Posisi Kapal Anassa Ioanna dan Sinabung



Gambar 4. 8 Perubahan Jarak antara Anassa ioanna dan Sinabung



Gambar 4. 9 Perubahan kecepatan relatif antara Anassa ioanna dan Sinabung



Gambar 4. 10 Nilai Vessel conflict ranking operator (VCRO) pada pertemuan Anassa Ioanna dan Sinabung

Dua kapal, Anassa Ioanna dan Sinabung, bertemu dengan kondisi mendahului (*Overtaking*), dengan jarak yang sangat dekat namun kecepatan relatifnya kecil. Jarak minimum pada pertemuan ini adalah 0,014 Mil Laut, kecepatan relatif antar kapal pada jarak minimum pada pertemuan ini adalah 4,6 knot. Pada pertemuan antara Annassa Ioanna dan MV. Sinabung tidak ada phase yang dihasilkan dari kedua arah haluan kapal, itu diketahui setelah dilakukan pengeplotan dari posisi kapal menggunakan arcmap (GIS). Oleh sebab itu, Phase tidak diperhitungkan pada pertemuan ini.

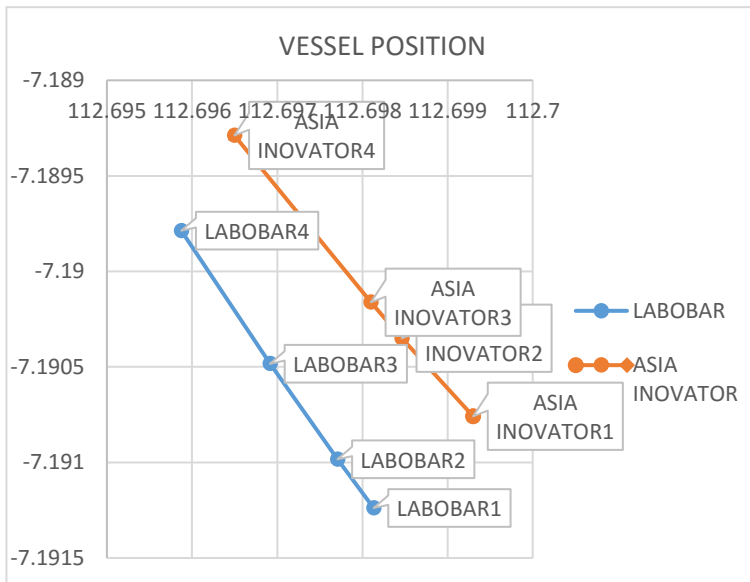
Persamaan yang digunakan pada pertemuan ini adalah

$$VCRO(x, y) = (3.86x^{-1}y) \quad (11)$$

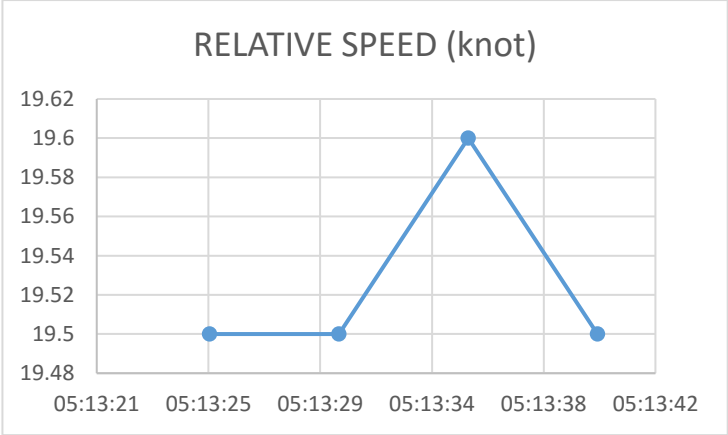
Nilai maksimum *Vessel Conflict Ranking Operator* (VCRO) dari pertemuan ini adalah 1248, 702, dimana nilai ini sangat besar. Untuk nilai VCRO yang besar akan ditambah dengan kontekstual data, panjang kapal, kecepatan relatif antar kapal, dan jarak antar kapal, untuk mengetahui kondisi pertemuan antara Annassa Ioanna dengan MV. Sinabung layak atau tidaknya dikatakan sebagai pertemuan dengan kondisi *near miss*.

Nilai VCRO tersebut akan ditambahkan dengan pendapat dari para senior officer mengenai jarak aman antar kapal, kecepatan relatif aaman antar kapal, serta panjang kapal lalu akan diketahui pertemuan dari Annasa Ioanna dan MV. Sinabung termasuk kedalam kondisi *near miss* atau tidak

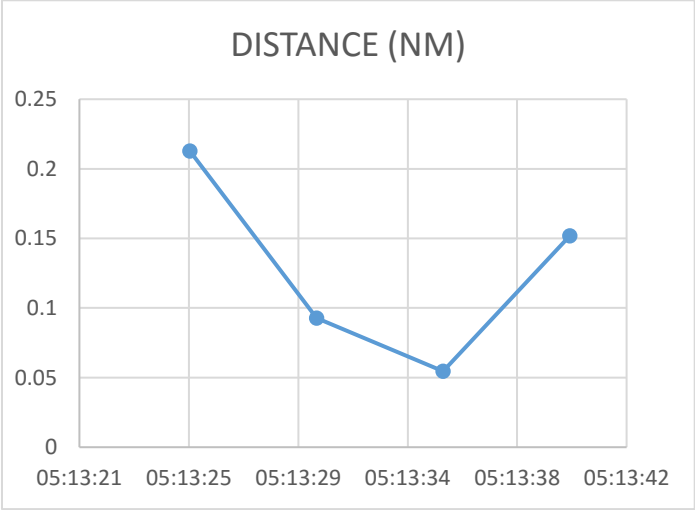
➤ KM. LABOBAR – KMP. ASIA INNOVATOR



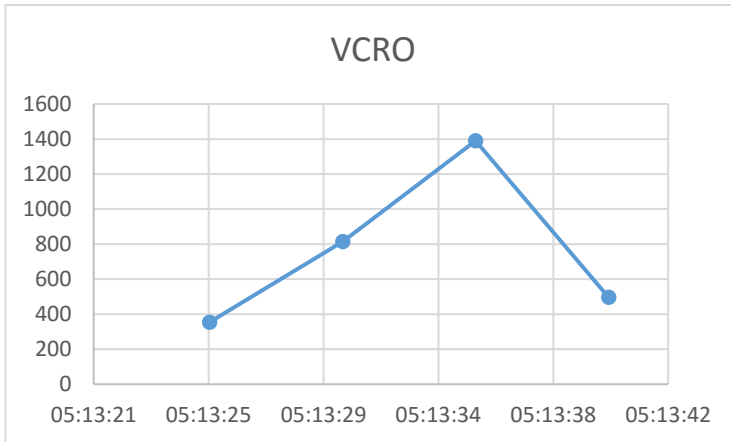
Gambar 4. 11 Posisi kapal Asia Inovator dan Labobar



Gambar 4. 12 Perubahan kecepatan relatif antara Asia Inovator dan Labobar



Gambar 4. 13 Perubahan jarak antara Asia Inovator dan Labobar



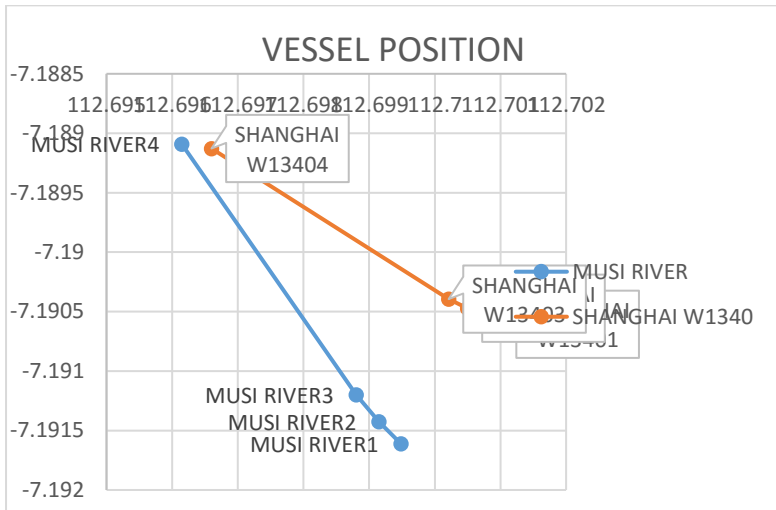
Gambar 4. 14 Nilai VCRO pada pertemuan antara Asia Innovator dan Labobar

Pada kasus pertemuan lainnya, dimana KM. Labobar (MMSI Number 525005052) bertemu dengan KMP. Asia Innovator (MMSI Number 441841000), kedua kapal tersebut bertemu dengan kondisi haluan saling berhadapan. Jarak minimal pada pertemua KM. Labobar dengan KMP. Asia Innovator adalah 0,05 Mil Laut dimana angka tersebut menunjukkan kondisi yang lumayan dekat, dan kecepatan relative tertinggi adalah 19,6 knot. Nilai VCRO maksimum 1389, dimana nilai ini sangat besar namun masih perlu penilaian lanjut oleh para *senior officer*.

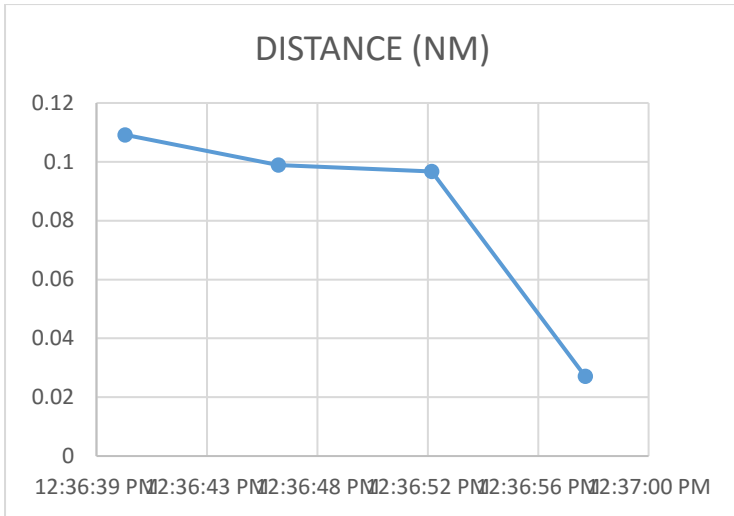
Dengan kondisi seperti diatas dimana jarak antar kapal sangat dekat dan kecepatan relative tinggi maka, dan nilai VCRO tinggi maka pertemuan ini bisa dikatakan cukup berbahaya atau berpotensi *near miss*, namun harus dilakukan penilaian oleh *Senior Officer*. Dengan jarak minimum 0,05 NM dan kecepatan relative 19,6 knot maka

waktu yang dibutuhkan untuk melakukan tindakan pencegahan tubrukan sangat sedikit. Kemudian sebagai contoh berikutnya adalah pertemuan antara MUSI RIVER dengan SHANGHAI WAIGAOQIAO1340

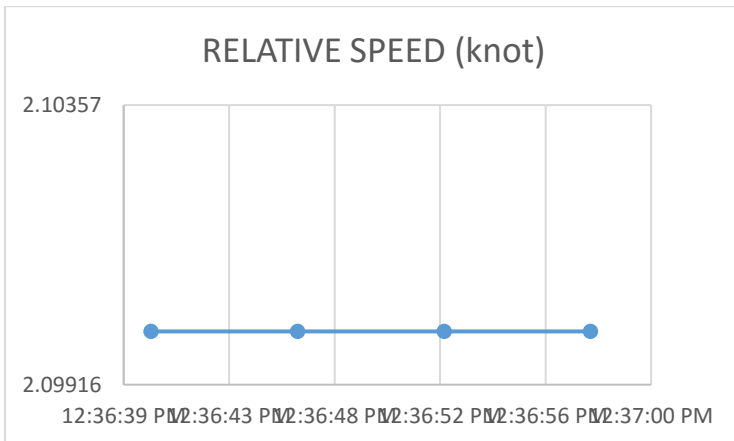
➤ MUSI RIVER – SHANGHAI WAIGAOQIAO 1340



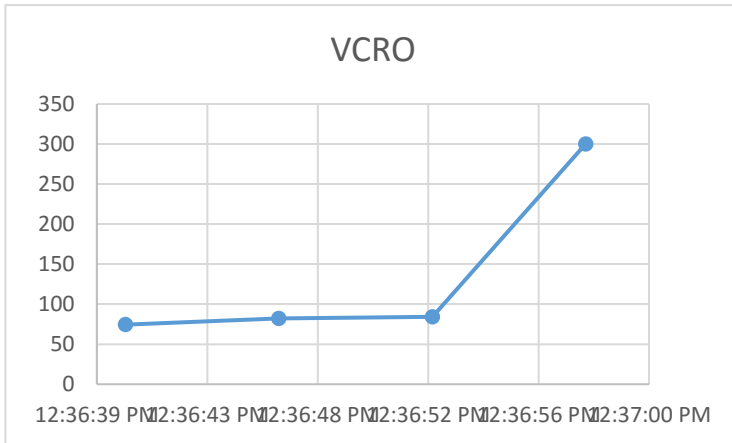
Gambar 4. 15 Posisi kapal Musi River dan Shanghai Waigaoqiao 1340



Gambar 4. 16 Perubahan jarak antara musi river dengan shanghai waigaoqiao 1340



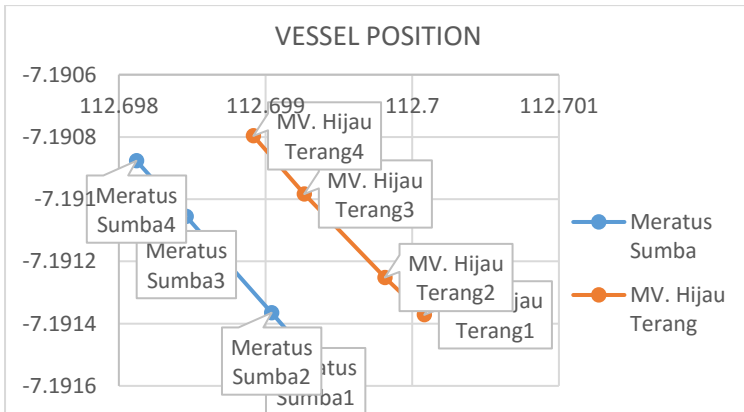
Gambar 4. 17 kecepatan relatif antara musi river dengan shanghai w 1340



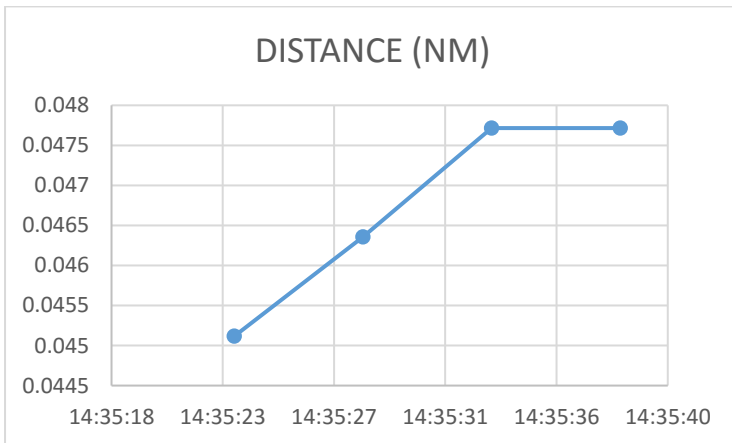
Gambar 4. 18 Nilai VCRO pada pertemuan Musi River dengan Shanghai Waigaoqiao 1340

Pada pertemuan antara Musi River (IMO Number 8131178), dengan Shanghai Waigaoqiao1340 (IMO Number 9702780), panjang kapal 84 meter. Musi River dan Shanghai Waigaoqiao bertemu dengan kondisi mendahului (*overtake*). Nilai *vessel conflict ranking operator (VCRO)* maksimum pada pertemuan ini adalah 300 dimana nilai ini lebih rendah dari pertemuan sebelumnya, hal ini karena kecepatan relative antar kapal pada pertemuan lebih jauh dari pada pertemuan sebelumnya yaitu sebesar 2,1 knot. Namun, untuk lebih lanjut diperlukan pendapat dari *senior officer* untuk menentukan kondisi *near miss* pada situasi mendahului (*overtake*) seperti pada pertemuan antara kapal Musi River dengan Shanghai Waigaoqiao.

➤ Meratus Sumba – MV. Hijau terang



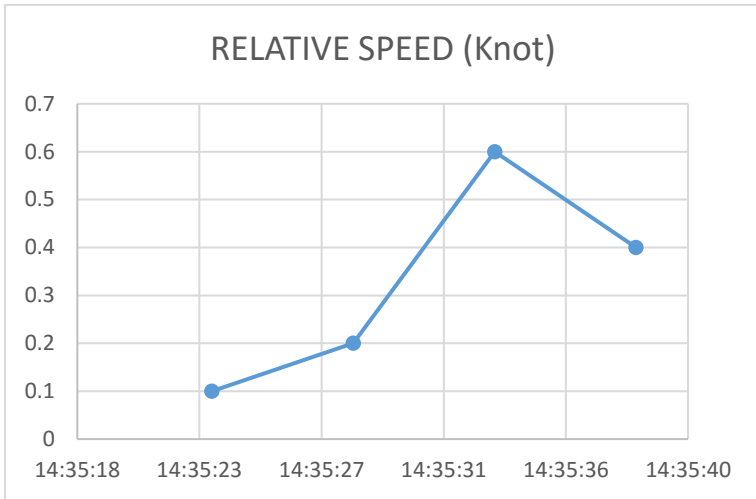
Gambar 4. 19 Posisi kapal MV. Hijau Terang dan Meratus Sumba



Gambar 4. 20 Perubahan jarak antara MV. Hijau Terang dan Meratus Sumba

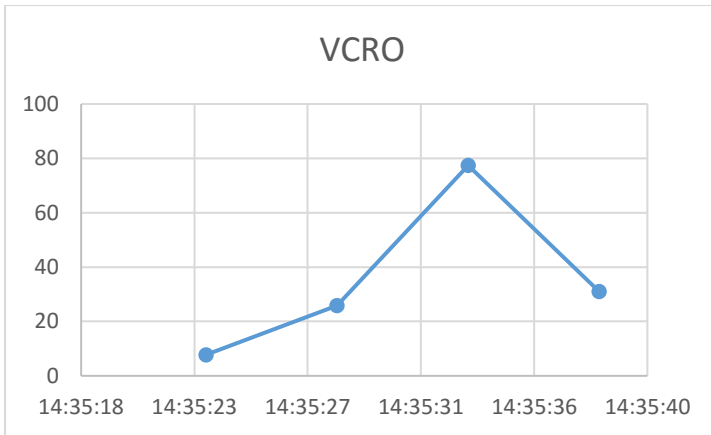
Dari grafik dapat diketahui bahwa jarak minimum antara Meratus Sumba dan MV. Hijau Terang adalah 0.041 Mil

Laut. Namun jarak saja tidak bisa menggambarkan tingkat keparahan dari suatu pertemuan antar kapal.



Gambar 4. 21 Kecepatan relatif antara MV. Hijau Terang dengan Meratus Sumba

Dari grafik dapat diketahui bahwa kecepatan relative dari pertemuan Meratus Sumba dengan MV. Hijau Terang sangat kecil, dimana kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 0.1 knot.

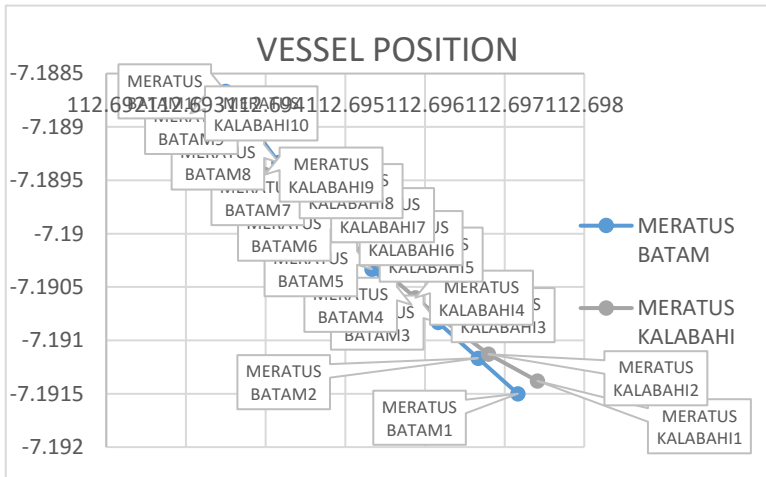


Gambar 4. 22 Nilai VCRO pada pertemuan MV. Hijau Terang dengan Meratus Sumba

Nilai maksimum VCRO pada pertemuan ini sangat kecil, jika dibandingkan dengan pertemuan lainnya. Nilai VCRO maksimum pada pertemuan ini 48,66, bisa dikatakan pertemuan antara Meratus Sumba dengan MV. Hijau terang termasuk kedalam pertemuan yang aman.

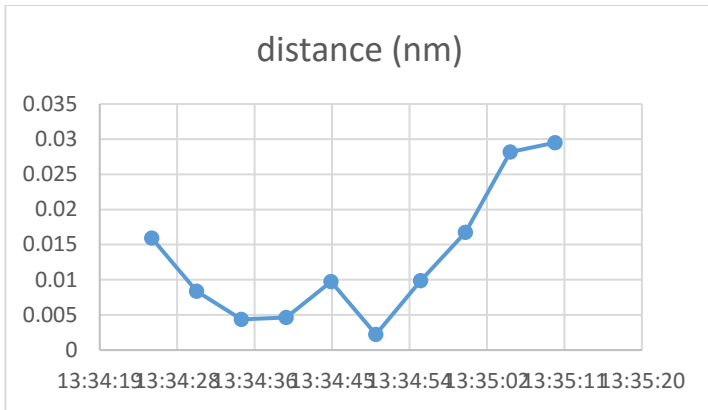
Selanjutnya nilai VCRO tersebut akan dimasukkan ke dalam sebuah database VCRO, bersama nilai VCRO dari setiap pertemuan lainnya, lalu akan dibuat peringkat nilai *Vessel Conflict Ranking Operator* untuk dikelompokkan menjadi 3 kelompok berbeda. Kelompok nilai VCRO dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok dengan nilai vcro rendah (*low vcro value*), nilai VCRO sedang (*medium vcro value*), dan nilai VCRO tinggi (*high vcro value*).

➤ Meratus Batam – Meratus Kalabahi

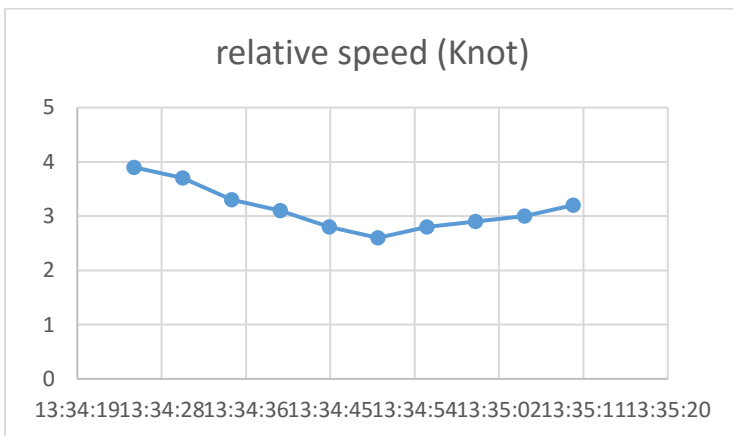


Gambar 4. 23 Posisi kapal Meratus Batam dan Meratus Kalabahi

Dari grafik diatas diketahui dua kapal, Meratus Batam (MMSI Number 525025078) dan Meratus Kalabahi (MMSI Number 525025090), bertemu dengan kondisi pertemuan haluan menyilang (*crossing encounter*).



Gambar 4. 24 Perubahan jarak antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi

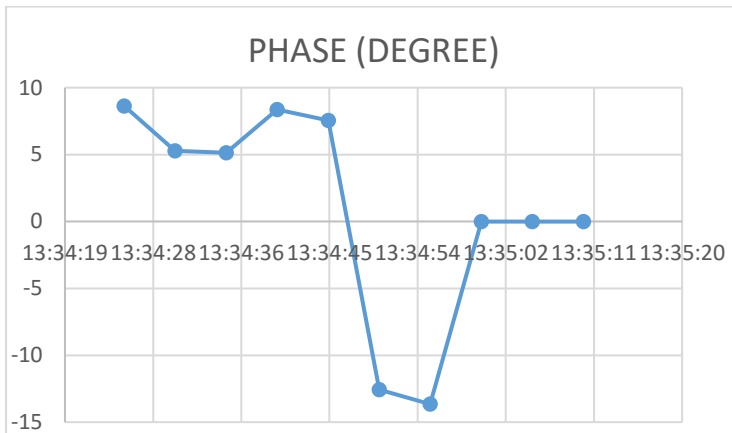


Gambar 4. 25 Perubahan kecepatan relatif antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi

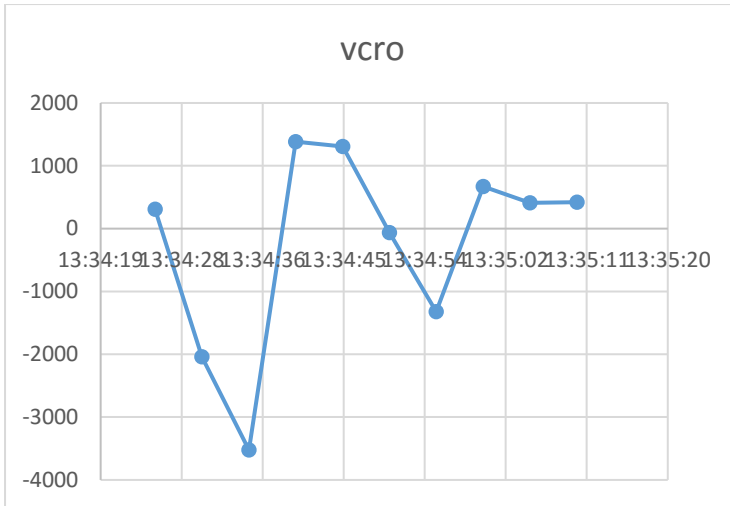
Dari grafik diatas diketahui kecepatan relative antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi cukup besar. Dengan kecepatan relative kecepatan yang cukup besar

maka perubahan jarak antara kedua kapal akan semakin cepat.

Kecepatan relatif antar kapal berpengaruh besar dalam tingkat bahaya suatu pertemuan antar kapal. Semakin tinggi kecepatan relatif antar kapal maka semakin cepat perubahan jarak antar kapal, dan semakin sedikit waktu yang dimiliki *officers* untuk melakukan tindakan menghindari tubrukan.



Gambar 4. 26 Perubahan phase antara Meratus Batam dengan Meratus Kalabahi



Gambar 4. 27 Nilai VCRO pada pertemuan antara Meratus Batam dan Meratus Kalabahi

Nilai VCRO pada pertemuan ini nilai VCRO maksimum adalah 1384, 471. Namun, untuk lebih lanjut diperlukan pendapat dari *senior officer* untuk menentukan kondisi *near miss* pada situasi pertemuan menyilang (*crossing*) seperti pada pertemuan antara kapal Meratus Batam dengan Meratus Kalabahi.

4.3.3. Ranking dan Clustering Nilai VCRO

Setelah dilakukan perhitungan terhadap tingkat keparahan dari semua pertemuan yang terjadi menggunakan metode VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) langkah selanjutnya adalah me-ranking nilai vcro dari nilai terkecil hingga nilai terbesar, dan melakukan pengelompokan dengan *K-Means Clustering*.

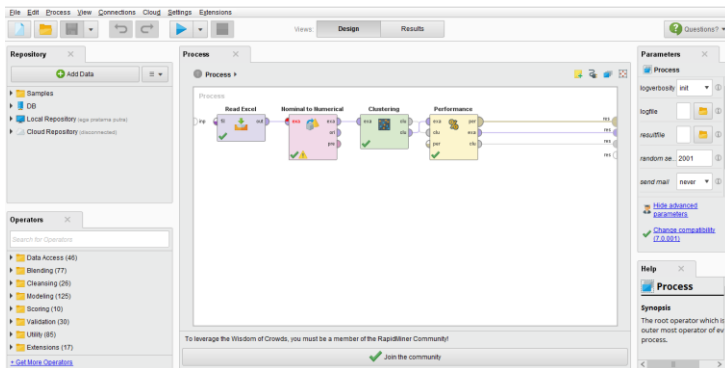
Analisa kelompok (*Cluster analysis*) dilakukan terhadap nilai VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*), menggunakan K-Means Clustering, adalah suatu metode penganalisaan data atau metode Data Mining yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (*unsupervised*) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi.

Metode k-means berusaha mengelompokkan data yang ada ke dalam beberapa kelompok, dimana data dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang sama satu sama lainnya dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan data yang ada di dalam kelompok yang lain. Dengan kata lain, metode ini berusaha untuk meminimalkan variasi antar data yang ada di dalam suatu cluster dan memaksimalkan variasi dengan data yang ada di cluster lainnya.

Untuk melakukan clustering maka dilakukan perhitungan nilai VCRO dari pertemuan antar kapal di buoy no 10 (Selat Madura), data pertemuan di dapat dari AIS. Data yang dihitung adalah data bulan April 2015, dimana pada data tersebut densitas trafik di Selat Madura, khususnya buoy nomor 10 sangat tinggi. Tujuan dari pengelompokan atau *clustering* adalah untuk memberikan gambaran tentang tingkat keparahan dari suatu pertemuan, mewakili tingkatan yang berbeda dari keparahan suatu pertemuan, lalu diplot pada peta.

Clustering yang dilakukan pada perhitungan VCRO, menggunakan K-Means clustering, pada penelitian kali ini menggunakan program penolahan data, *Rapid Miner*, dalam melakukan *K-Means Clustering*.

RapidMiner merupakan perangkat lunak yang bersifat terbuka (open source). RapidMiner adalah sebuah solusi untuk melakukan analisis terhadap data mining, text mining dan analisis prediksi. RapidMiner menggunakan berbagai teknik deskriptif dan prediksi dalam memberikan wawasan kepada pengguna sehingga dapat membuat keputusan yang paling baik. RapidMiner memiliki kurang lebih 500 operator data mining, termasuk operator untuk input, output, data preprocessing dan visualisasi. RapidMiner merupakan software yang berdiri sendiri untuk analisis data dan

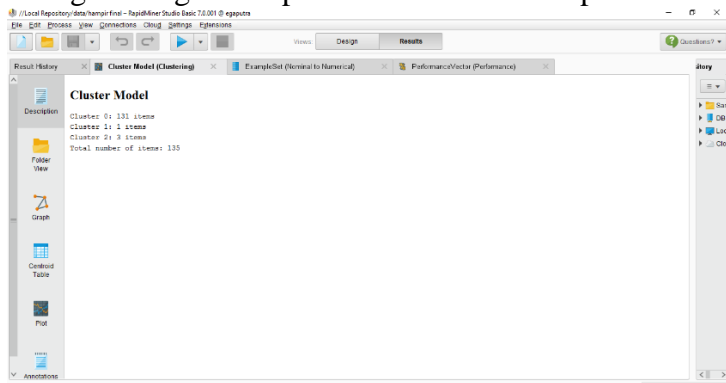


Gambar 4. 28 Tampilan Dari Program Rapid Miner

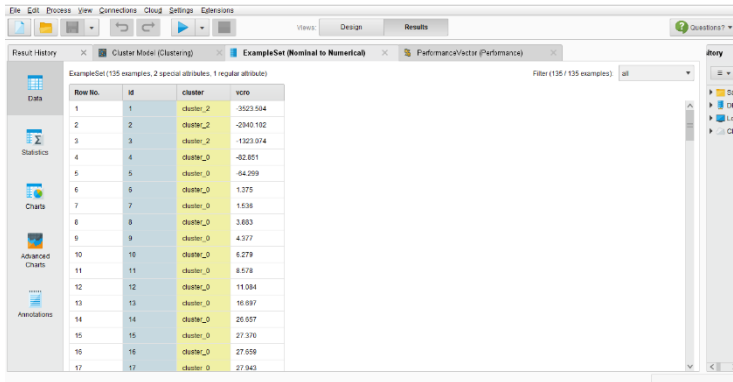
Tabel 4. 2 Nilai K-Means Clustering dari masing masing Cluster

Vessel Conflict Ranking Operator (K-MEANS CLUSTERING)			
	Cluster 1 (Low VCRO Value)	Cluster 2 (Medium VCRO Value)	Cluster 3 (High VCRO Value)
Center	-2295.56	325.666	3981.564
Min.	-3523.504435	-82.851	3981.564
Max.	-1323.07423	1389.67	3981.564

Gambar 4.28 adalah tampilan dari program *Rapid Miner*. *RapidMiner* merupakan perangkat lunak yang bersifat terbuka (open source). *RapidMiner* adalah sebuah solusi untuk melakukan analisis terhadap data mining, text mining dan analisis prediksi. Dalam melakukan *clustering* menggunakan Program *Rapid Miner* langkah pertama yang dilakukan adalah membuat proses baru (*New*). Kemudian, masukan operator *read excel*, *nominal to numerical*, *clustering*, dan *performance* yang terdapat pada operator *view* ke dalam *process view*. Masukan database nilai VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) yang telah di *ranking*, dengan menggunakan bantuan operator *read excel*, lalu pada operator *clustering* tentukan jumlah kelompok (*cluster*) yang diinginkan pada penelitian kali ini jumlah kelompok dari nilai VCRO adalah tiga kelompok, *low VCRO value*, *medium VCRO value*, dan *high VCRO value*. Selanjutnya akan didapatkan nilai dari masing masing kelompok. Tabel 4.2 menampilkan nilai



Gambar 4. 29 K-Means clustering dengan program *Rapid Miner* maksimum dan minimum dari masing masing kelompok.



Row No.	M	cluster	VCRO
1	1	cluster_3	3523.594
2	2	cluster_0	2040.192
3	3	cluster_0	1123.074
4	4	cluster_0	482.851
5	5	cluster_0	94.299
6	6	cluster_0	5.375
7	7	cluster_0	1.638
8	8	cluster_0	3.883
9	9	cluster_0	4.377
10	10	cluster_0	6.279
11	11	cluster_0	8.578
12	12	cluster_0	11.084
13	13	cluster_0	16.697
14	14	cluster_0	26.557
15	15	cluster_0	27.376
16	16	cluster_0	27.659
17	17	cluster_0	27.943

Gambar 4. 30 K- Means Clustering dengan program Rapid Miner

Gambar spasial dari kelompok (*cluster*) VCRO ditampilkan pada gambar 4.31, sedangkan ringkasan dari *cluster* VCRO ditampilkan di dalam tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Daerah di mana terjadi pertemuan peringkat tertinggi (*cluster* 3) berada di daerah pertemuan antara kapal yang berlayar dari pelabuhan Tanjung perak dan Terminal Teluk Lamong. Keberadaan nilai VCRO tertinggi (*cluster* 3) di dekat pelabuhan disebabkan densitas trafik yang sangat tinggi disekitar pelabuhan, menyebabkan *passing distance* antara kapal sangat kecil.

Pertemuan yang tergolong *cluster* 3 pada aktivitas pelayaran tanggal 8 April 2015 di bouy no 10 hanya satu

Tabel 4. 3 Rasio Kelompok Nilai VCRO

Kelompok Pertemuan (Encounter Cluster)	Jumlah (Number)	Persentase (Ratio)	Keterangan Warna (Colour Node)
Kelompok 1 (cluster 1) <i>Low VCRO values</i> <i>Low Conflict Severity</i>	3	2%	Hijau (Green)
Kelompok 2 (cluster 2) <i>Medium VCRO values</i> <i>Medium Conflict Severity</i>	131	97%	Kuning (Yellow)
Kelompok 3 (cluster 3) <i>High VCRO values</i> <i>High Conflict Severity</i>	1	1%	Merah (Red)
TOTAL	135	100%	



Gambar 4. 31 VCRO Clustering Mapping Di Selat Madura

pertemuan dari 23 pertemuan dengan 135 pergerakan kapal antar kapal di buoy no 10. Lokasi pertemuan antar kapal (*ship ship encounters*) yang terdeteksi sebagai pertemuan *cluster 2* berada di daerah yang sangat dekat dengan pertemuan yang termasuk kedalam kelompok 3

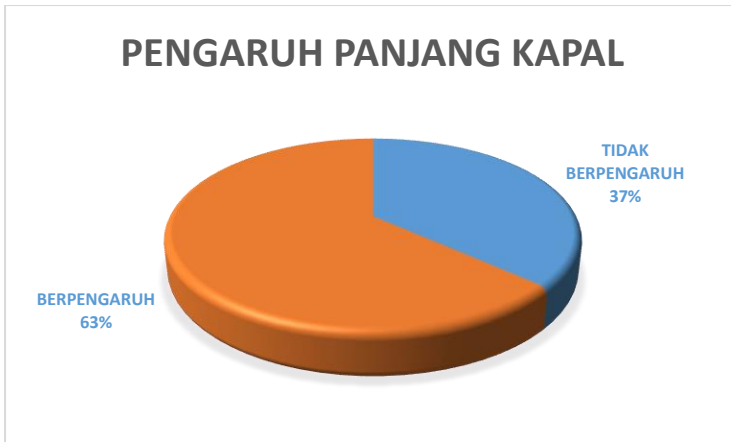
(*cluster3*). Sebagian besar pertemuan yang tergolong ke dalam *cluster 2* terjadi di wilayah yang mengarah ke pelabuhan (Terminal Teluk Lamong). Hal ini sangat masuk akal karena ruang navigasi dalam kondisi ini biasanya sangat terbatas. Selain itu pertemuan pada daerah ini melibatkan dua kondisi pertemuan, menyalip (*overtaking*) dan pertemuan dengan kondisi arah haluan menyilang (*crossing*). Selanjutnya kelompok pertemuan dengan nilai sedang (*medium VCRO values*) dan nilai tinggi (*high VCRO values*) akan ditambahkan dengan hasil penilaian dari para senior officer, untuk dinilai oleh para officer berdasarkan jarak antar kapal, kecepatan relative antar kapal, dan panjang kapal, untuk mengetahui pertemuan tersebut termasuk dalam kondisi *near miss* atau tidak.

Gambar 4.31 merupakan hasil pengeplotan dari nilai VCRO yang telah dikelompokkan dengan menggunakan k-means clustering. Dari gambar tersebut dapat diketahui wilayah yang menjadi fokus penelitian kali ini merupakan wilayah dengan pertemuan antar kapal yang padat dengan tingkat bahaya sedang. Hal tersebut bisa diterima karena wilayah penelitian berada dekat banyak pelabuhan dimana banyak terjadi pergerakan kapal sehingga menyebabkan terbatasnya ruang sehingga menyebabkan wilayah tersebut merupakan wilayah dengan tingkat bahaya yang sedang.

4.3.4. Kondisi nyaris tubrukan (*Near Miss*)

Pada pertemuan antar kapal, kondisi nyaris tubrukan (*Near Miss*) dibedakan menjadi tiga kondisi pertemuan, yaitu kondisi dengan haluan kapal saling berhadapan (*Head On*), kondisi dengan haluan saling menyilang (*Crossing*), dan kondisi mendahului (*Overtake*). Untuk kondisi nyaris tubrukan diperlukan pendapat dari para ahli mengenai kondisi *near miss* pada masing masing kondisi pertemuan. Pada penelitian ini pendapat berasal dari para pelaut senior di BP2IP Surabaya.

Kondisi nyaris tubrukan dipengaruhi oleh panjang kapal, jarak antar kapal, dan kecepatan relative antar kapal. Dari survey yang dilakukan terhadap 30 orang senior officer dari BP2IP, lembaga pelatihan dan ilmu pelayaran di Indonesia, dengan ijazah pelaut ANT 1 dan pengalaman melaut lebih dari 10 tahun, dapat diketahui sebanyak 63% senior officer berpendapat bahwa panjang kapal berpengaruh terhadap kondisi nyaris bertubrukan (*near miss*).

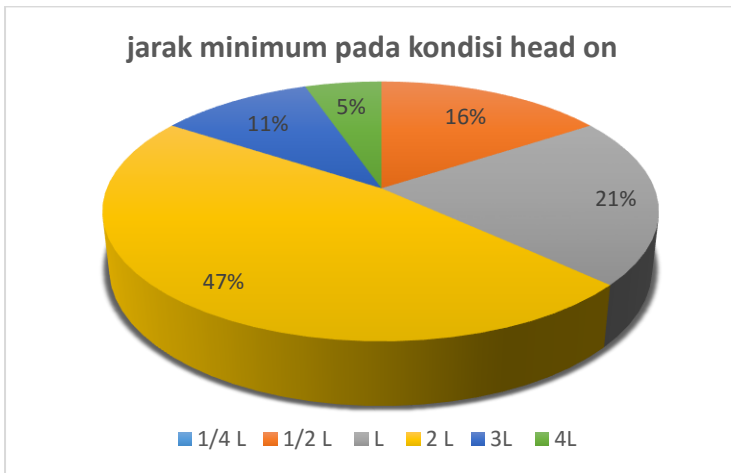


Gambar 4. 32 rasio pendapat senior officers terhadap pengaruh panjang kapal terhadap kondisi Near Miss

Menurut para *Officer* jarak minimal suatu pertemuan antar kapal pada setiap kondisi berbeda, pada kondisi haluan saling berhadapan (*Head On*) jarak minimum adalah dua kali panjang kapal pada pertemuan dengan kondisi haluan menyilang (*crossing*) jarak minimum antar kapal adalah dua kali panjang kapal dan jarak minimum pada kondisi mendahului adalah satu kali panjang kapal. Menurut para senior officer Kecepatan relative yang aman (maksimal) antar kapal pada setiap pertemuan juga berbeda. Pada kondisi mendahului (*overtake*) dan kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) kecepatan relative antar kapal yang aman adalah 5 knot, dan pada kondisi saling berhadapan (*Head on*) kecepatan relatif antar kapal yang aman adalah 10 knot.

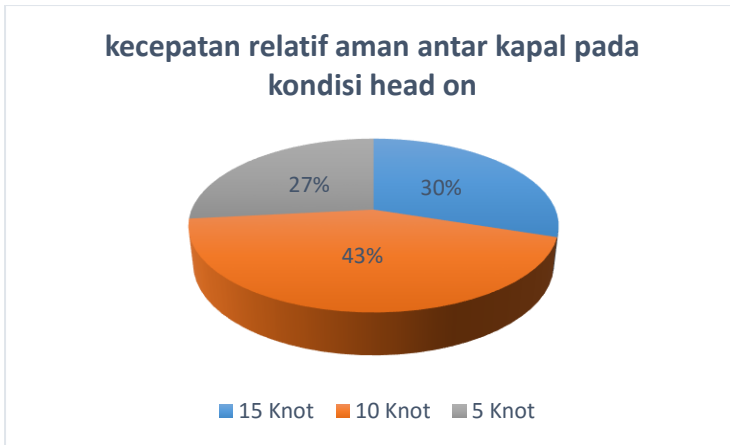
4.3.4.1. Kondisi Haluan Saling Berhadapan (Head On)

Pada kondisi pertemuan dengan haluan antar kapal saling berhadapan, sebanyak 47% senior officer (responden) berpendapat bahwa jarak minimum pada kondisi pertemuan saling berhadapan adalah sama dengan dua kali panjang kapal. Jika jarak minimal pada suatu pertemuan dengan kondisi saling berhadapan kurang dari dua kali panjang kapal maka pertemuan tersebut termasuk kedalam pertemuan yang berbahaya yang mengarah ke dalam kondisi *Near Miss*.



Gambar 4. 33 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi Head on

Namun berdasarkan metode VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) jarak saja tidak bisa menggambarkan tingkat keparahan suatu pertemuan antar kapal. Untuk itu diperlukan juga pendapat para senior officer mengenai kecepatan aman pada kondisi pertemuan dengan haluan saling berhadapan (*head on*).



Gambar 4. 34 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi Head On

Dari hasil survey yang dilakukan 43% senior officer berpendapat bahwa kecepatan relative antar kapal yang aman pada pertemuan dengan kondisi saling berhadapan (*head on*) adalah tidak lebih dari sepuluh knot atau dibawah sepuluh knot. Jika pada kondisi pertemuan saling berhadapan (*head on*) kecepatan relative antar kapal lebih dari sepuluh knot maka pertemuan tersebut termasuk pertemuan yang berbahaya yang mengarah ke kondisi *Near Miss* (nyaris bertubrukan).

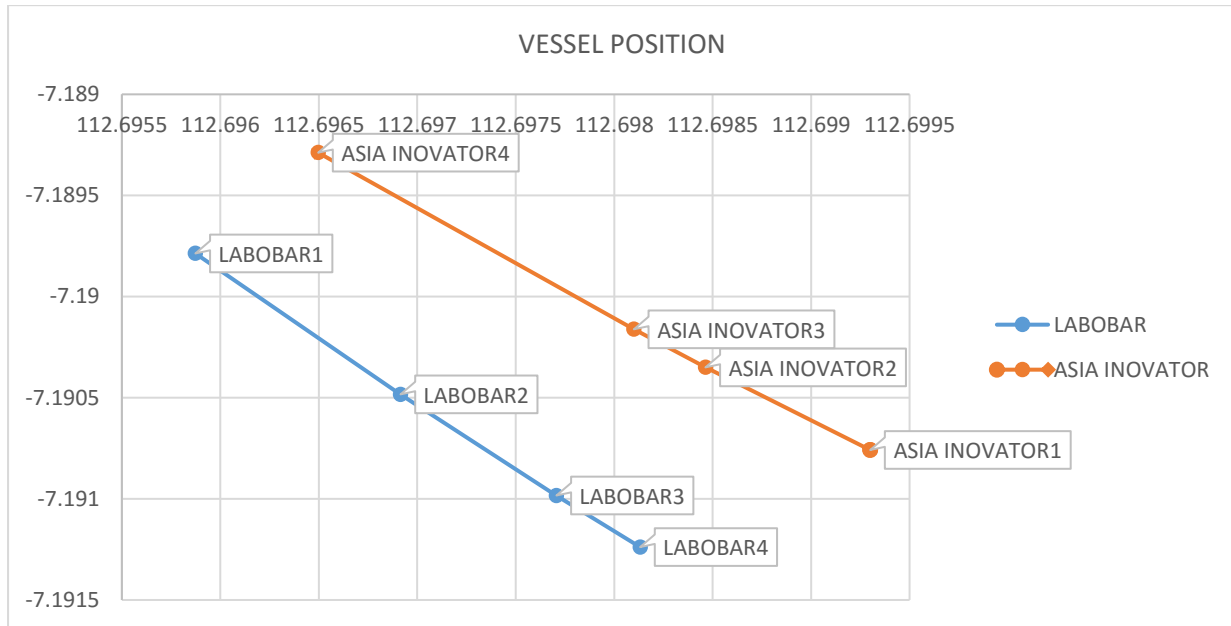
Setelah dilakukan survey kepada para senior officer terhadap jarak antar kapal dan kecepatan relative antar kapal, maka bisa diketahui pada pertemuan antar kapal dengan kondisi pertemuan saling berhadapan (*head on*) jika jarak kurang dari dua kali panjang kapal dan kecepatan relative antar kapal lebih dari sembilan knot maka pertemuan tersebut termasuk ke dalam kondisi *near miss*. Jika jarak antar kapal kurang dari dua kali panjang kapal tetapi kecepatan relatifnya kurang dari sembilan knot, atau sebaliknya, maka pertemuan tersebut hanya

termasuk kedalam pertemuan yang berbahaya, tidak termasuk ke dalam kondisi *near miss*.

Pada data yang dianalisa yaitu data tanggal 8 april 2015, di Selat Madura, terdapat tiga pertemuan pertemuan dengan kondisi haluan saling berhadapan (*head on*), yaitu pertemuan KM. LABOBAR (*passengers ship*) dengan ASIA INNOVATOR (*passengers ship*), pertemuan antara PACIFIC LOHAS (*general cargo*) dengan SAMPARI (*local vessel*), lalu pertemuan antara MT. KYODO (*tanker*) dengan MERATUS KAMPAR (*cargo vessel*). Data dari tiga pertemuan tersebut bisa dilihat pada tabel 4.4, tabel 4.5, dan tabel 4.6 dan posisi dari tiga pertemuan dengan kondisi saling berhadapan bisa dilihat pada gambar 4.35, gambar 4.36, dan gambar 4.37.

Tabel 4. 4 KM. Labobar – Asia Innovator

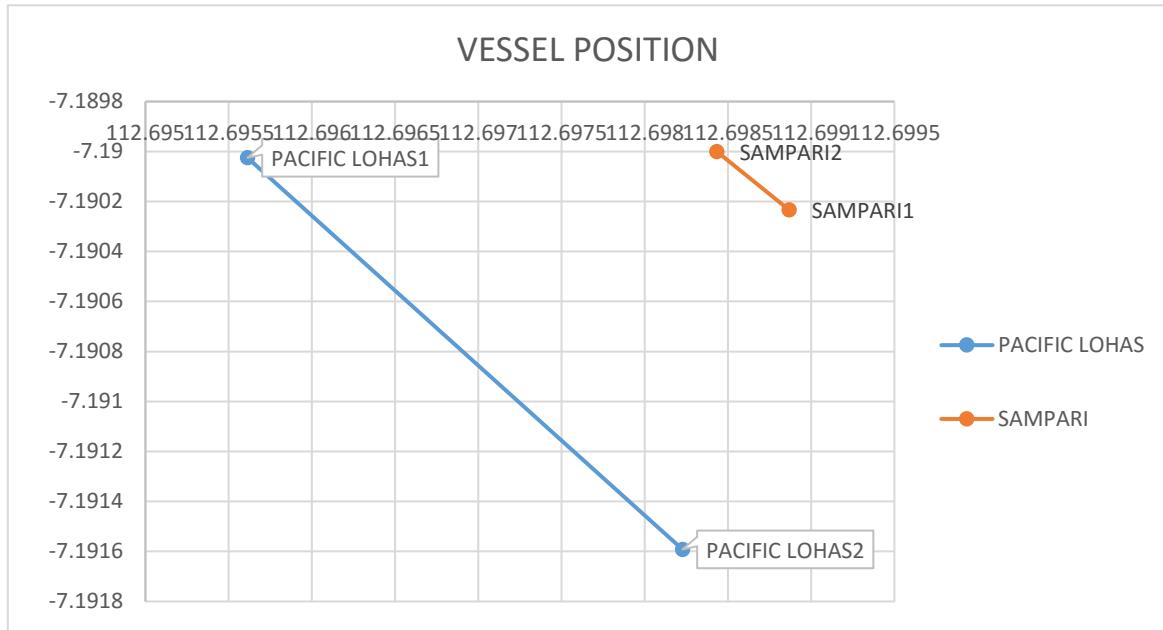
vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance	vcro
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.212807279	354.6166294
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.092648957	814.5261705
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.7	19.6	0.054582756	1389.669673
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.8	9.7	19.5	0.151831254	497.0320547
date	time	type	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2
8/4/2015	05:13:25	head on	296.9	120.3	525005052	441841000
8/4/2015	05:13:30		296.6	121.6	525005052	441841000
8/4/2015	05:13:35		296.3	123.1	525005052	441841000
8/4/2015	05:13:40		300.1	124.6	525005052	441841000



Gambar 4. 35 Posisi Kapal Asia Inovator dan Labobar

Tabel 4. 5 Pacific Lohas – Sampari

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel number 2	relativ e speed (kn)	distance	vcro
PACIFIC LOHAS	SAMPAR I	10.4	16.3	26.7	0.19429272	531.821263 2
PACIFIC LOHAS	SAMPAR I	10.4	15.9	26.3	0.09584809 9	1061.899
date	time	type of encounter	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2
8/4/2015	06:36:5 5	HEAD ON	300	224.1	477661100	525014067
42102	42102.2 8		300.5	224.7	477661100	525014067

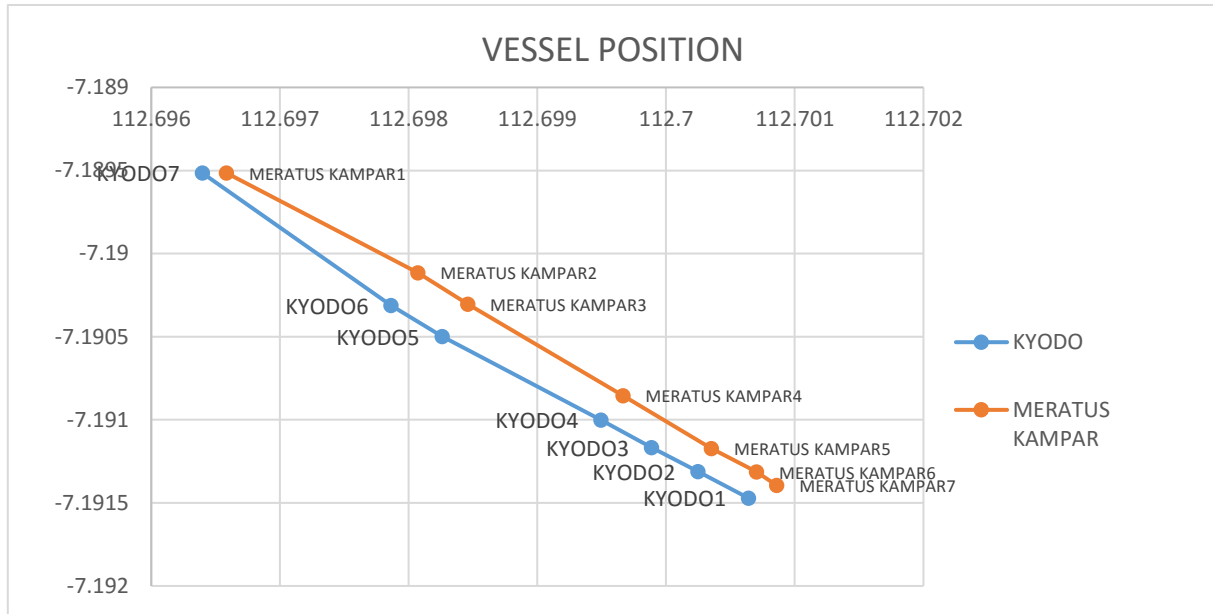


Gambar 4. 36 Posisi Kapal Sampari dan Pacific lohas

Tabel 4. 6 MT. Kyodo – Meratus Kampar

vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance	phase	vcro
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4	13.2	0.268556	-	190.2173398
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.2	13.4	0.14817	-	349.9904863
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.4	13.6	0.099373	-	529.6397521
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.6	13.8	0.013413	-	3981.564079
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5	14.2	0.131318	-	418.4811544
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.9	14.1	0.179334	-	304.2763861
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5.2	14.4	0.289366	-	192.5865899

date	time	type encounter	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2
8/4/2015	11:15:30	head on	292.3	114.3	525021304	525025100
8/4/2015	11:15:35		292.9	114.5	525021304	525025100
8/4/2015	11:15:40		292.7	114.6	525021304	525025100
8/4/2015	11:15:45		292.4	114.8	525021304	525025100
8/4/2015	11:15:50		294.8	114.9	525021304	525025100
8/4/2015	11:15:55		296	115.3	525021304	525025100
8/4/2015	11:16:00		298.2	115	525021304	525025100



Gambar 4. 37 Posisi kapal MT. Kyodo dan Meratus Kampar

Dalam kelompok nilai dari *Vessel Conflict Ranking Operator* ketiga pertemuan dengan kondisi saling berhadapan (*head on*) tersebut (KM. LABOBAR (*passengers ship*) dengan ASIA INNOVATOR (*passengers ship*), pertemuan antara PACIFIC LOHAS (*general cargo*) dengan SAMPARI (*local vessel*), lalu pertemuan antara MT. KYODO (*tanker*) dengan MERATUS KAMPAR (*cargo vessel*)) pada pertemuan dengan kondisi haluan berhadapan terdapat dua kelompok yaitu kelompok 2 dengan nilai VCRO sedang dan kelompok 3 dengan nilai VCRO tinggi. Menurut sebagian besar senior officer jarak minimal pada pertemuan *head on* adalah dua kali panjang kapal dan kecepatan relative antar kapal maksimum adalah tidak lebih dari sepuluh knot.

Pada pertemuan antara KM. LABOBAR dengan ASIA INNOVATOR jarak minimum antar kapal adalah 0,05 Nm, 101 meter. Kecepatan relative antar kapal maksimum pada jarak minimum ketiak 0,05 mil laut adalah 19.6 Knot. Panjang kapal KM. LABOBAR adalah 146,3 meter, sedangkan panjang dari KMP ASIA INNOVATOR adalah 126 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari KM LABOBAR, yaitu 292,6 m sama dengan 0,158 mil laut. Menurut sebagian besar *Officer* pada Kondisi pertemuan ini (kondisi *Head on*) saat jarak minimum dengan kecepatan relative 19,6 knot termasuk kedalam kondisi *near miss* karena jaraknya kurang dari dua kali panjang kapal, dan kecepatan relative antar kapal lebih dari sepuluh knot.

Pada pertemuan antara PACIFIC LOHAS dengan SAMPARI jarak minimum antar kapal adalah 0,09 Nm, 177,5 meter. Kecepatan relative antar kapal pada saat jarak minimum adalah 26,3 Knot. Panjang kapal PACIFIC LOHAS adalah 130,73 meter, sedangkan panjang dari SAMPARI adalah 60 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari PACIFIC LOHAS, yaitu 261,46 m sama dengan 0,14 mil laut. Menurut sebagian besar *Officer* Kondisi pertemuan saat jarak minimum dengan kecepatan relatif antar kapal 26,3 knot termasuk kedalam kondisi *near miss* karena jaraknya kurang dari dua kali panjang kapal, dan kecepatan relative antar kapal lebih dari sepuluh knot.

Pertemuan antara MT. KYODO dengan MERATUS KAMPAR jarak minimum antar kapal adalah 0,01 Nm. Kecepatan relative antar kapal pada saat jarak minimum adalah 26,3 Knot. Panjang kapal PACIFIC LOHAS adalah 130,73 meter, sedangkan panjang dari SAMPARI adalah 60 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari PACIFIC LOHAS, yaitu 261,46 m sama dengan 0,14 mil laut. Menurut sebagian besar *Officer* Kondisi pertemuan saat jarak minimum dengan kecepatan relatif antar kapal 13,8 knot termasuk kedalam kondisi *near miss* karena jaraknya kurang dari dua kali panjang kapal, dan kecepatan relative antar kapal lebih dari sepuluh knot.

Tabel 4. 7 KM. Labobar – Asia Innovator

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.21
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.09
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.7	19.6	0.05
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.8	9.7	19.5	0.15
type of encounter	vcro	s(meter)	s(nm)	v max (kt)	near miss/tidak
Head On	359.3571429	292.6	0.158004	10	tidak
	838.5	292.6	0.158004	10	nearmiss
	1517.04	292.6	0.158004	10	nearmiss
	471.65625	292.6	0.158004	10	nearmiss

Tabel 4. 8 Pacific Lohas – Sampari

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel number 2	relative speed (kn)	distance
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	16.3	26.7	0.19
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	15.9	26.3	0.10
vcro	s(meter)	s(nm)	v max (kt)	near miss/tidak	
531.8212632	261.46	0.141188	10	tidak	
1061.899	261.46	0.141188	10	nearmiss	

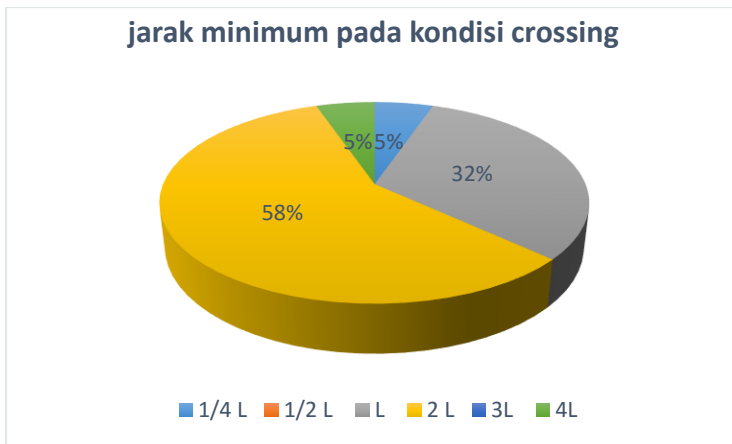
Tabel 4. 9 MT. Kyodo – Meratus Kampar

vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4	13.2	0.27
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.2	13.4	0.15
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.4	13.6	0.10
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.6	13.8	0.01
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5	14.2	0.13
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.9	14.1	0.18
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5.2	14.4	0.29

phase	vcro	s(meter)	s(nm)	v max (kt)	near miss/tidak
-	190.2173398	240	0.1296	10	tidak
-	349.9904863	240	0.1296	10	tidak
-	529.6397521	240	0.1296	10	nearmiss
-	3981.564079	240	0.1296	10	nearmiss
-	418.4811544	240	0.1296	10	tidak
-	304.2763861	240	0.1296	10	tidak
-	192.5865899	240	0.1296	10	tidak

4.3.4.2. Kondisi Pertemuan Menyilang (*Crossing*)

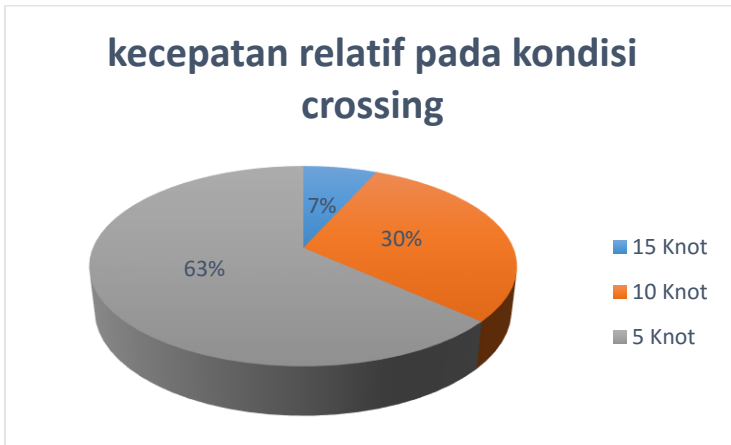
Pada kondisi pertemuan dengan kondisi pertemuan menyilang, sebanyak 58% officer (responden) berpendapat bahwa jarak minimum pada kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) adalah sama dengan dua kali panjang kapal. Jika jarak minimal pada suatu pertemuan dengan kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) kurang dari dua kali panjang kapal maka pertemuan tersebut termasuk kedalam pertemuan yang berbahaya yang mengarah ke dalam kondisi *Near Miss*.



Gambar 4. 38 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi crossing

Namun berdasarkan metode VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) jarak saja tidak bisa menggambarkan tingkat keparahan suatu pertemuan antar kapal. Untuk itu diperlukan juga pendapat para senior officer mengenai kecepatan relative yang amann pada kondisi pertemuan menyilang (*crossing*).

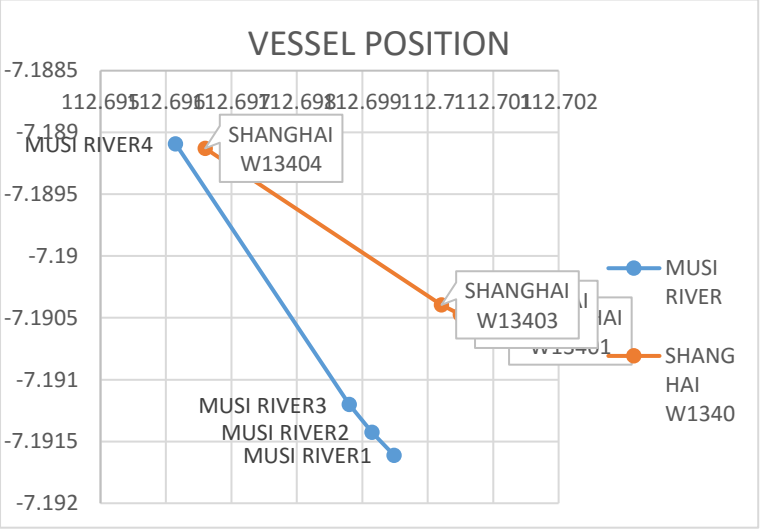
Pada data yang dianalisa yaitu data tanggal 8 april 2015, di Selat Madura, terdapat tiga pertemuan pertemuan dengan kondisi haluan menyilang (*crossing*), yaitu pertemuan MUSI RIVER dengan SHANGHAI W, pertemuan antara TRANS POWER dengan HERCULES, lalu pertemuan antara MERATUS BATAM dengan MERATUS KALABAHI. Data dari tiga pertemuan tersebut bisa dilihat pada tabel 4.10, tabel 4.11, dan tabel 4.12 dan posisi dari tiga pertemuan dengan kondisi saling berhadapan bisa dilihat pada gambar 4.40, gambar 4.41, dan gambar 4.42.



Gambar 4. 39 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi crossing

Dari hasil survey yang dilakukan 63% senior officer berpendapat bahwa kecepatan relative antar kapal yang aman pada pertemuan dengan kondisi menyilang (*crossing*) adalah 5 knot. Jika pada kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) kecepatan relative antar kapal lebih dari 5 knot, maka pertemuan tersebut termasuk pertemuan yang berbahaya yang mengarah ke kondisi *Near Miss* (nyaris bertubrukan).

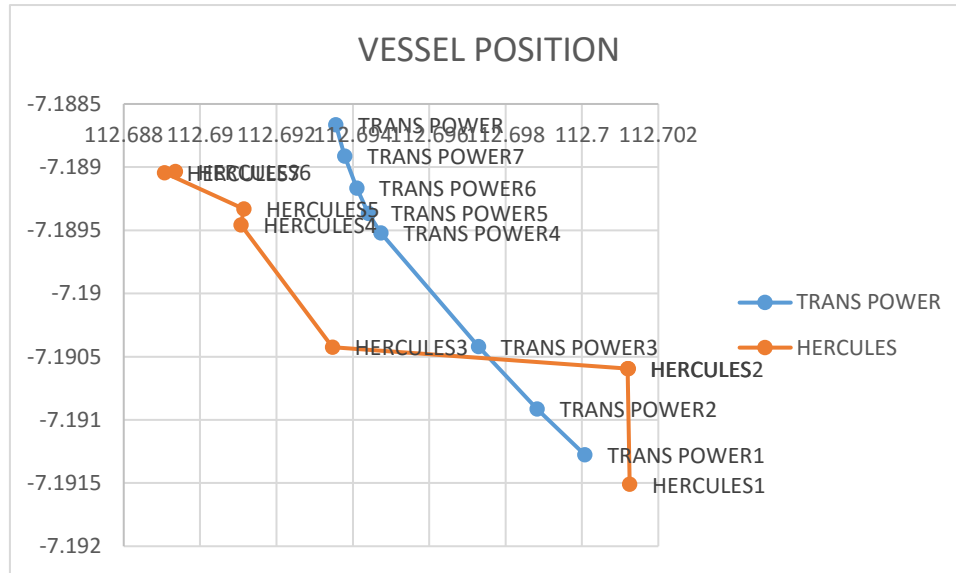
Setelah dilakukan survey kepada para senior officer terhadap jarak antar kapal dan kecepatan relative antar kapal, maka bisa diketahui pada pertemuan antar kapal dengan kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) jika jarak kurang dari dua kali panjang kapal dan kecepatan relative antar kapal lebih dari 5 knot maka pertemuan tersebut termasuk ke dalam kondisi *near miss*. Jika jarak antar kapal kurang dari dua kali panjang kapal tetapi kecepatan relatifnya kurang dari 5 knot, atau sebaliknya, maka pertemuan tersebut hanya termasuk kedalam pertemuan yang berbahaya, tidak termasuk ke dalam kondisi *near miss*.



Gambar 4. 40 Posisi kapal Musi River dan Shanghai W 1340

Tabel 4. 10 Musi River – Shanghai Waigaoqiao 1340

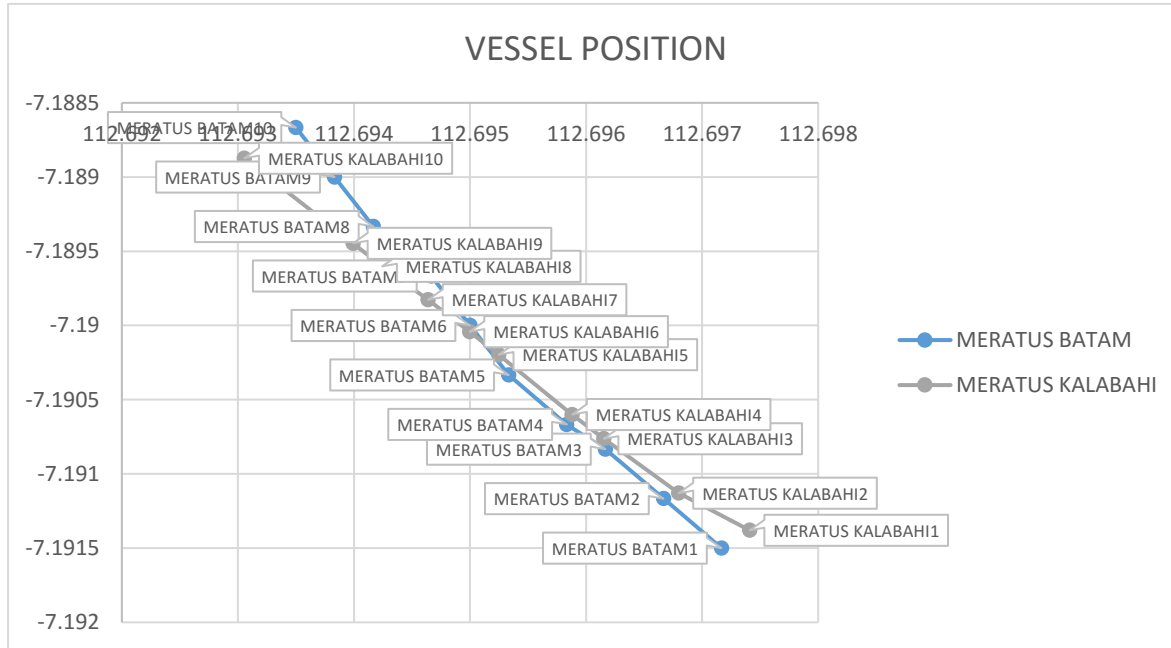
vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance	type of encounter
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.109184208	crossing
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8	5.9	2.1	0.0988731	
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.096718809	
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8.1	6	2.1	0.027086262	
vcro	date	time	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2
74.43384144	8/4/2015	12:36:40 PM	300.2	298	525025010	564011000
82.19626936	8/4/2015	12:36:46 PM	301.2	297.6	525025010	564011000
84.02708936	8/4/2015	12:36:52 PM	304.8	294.3	525025010	564011000
300.0413988	8/4/2015	12:36:58 PM	309.1	294.5	525025010	564011000



Gambar 4. 41 Posisi kapal Trans Power dan Hercules

Tabel 4. 11 Trans Power - Hercules

vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance	phase	type of encounter
TRANS POWER	HERCULES	7.6	8.6	1	0.071590234	-	crossing
TRANS POWER	HERCULES	7.8	8.7	16.5	0.142736822	16.2708	
TRANS POWER	HERCULES	8	8.9	16.9	0.234634194	-163.2494	
TRANS POWER	HERCULES	8.1	9	0.9	0.09303371	-17.9103	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.199319259	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.176818463	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.4	0.1	0.281427568	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.6	8.5	0.1	0.25202732	-	
vcro	date	time	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2	
54.05765263	8/4/2015	3:27:20	157.1	116.8	525012199	538004331	
-82.85148971	8/4/2015	3:27:25	152.9	118.4	525012199	538004331	
55.74464676	8/4/2015	3:27:30	148.7	121.1	525012199	538004331	
43.98924448	8/4/2015	3:27:35	145.4	123.2	525012199	538004331	
3.883217317	8/4/2015	3:27:40	132.8	114.1	525012199	538004331	
4.377370935	8/4/2015	3:27:45	133.1	115.2	525012199	538004331	
1.375131807	8/4/2015	3:27:50	132.8	115.5	525012199	538004331	
1.535547813	8/4/2015	3:27:55	132	115.4	525012199	538004331	



Gambar 4. 42 Posisi kapal Meratus Batam dan Meratus Kalabahi

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance	phase	vcro
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	6.9	3.9	0.015946009	8.634	245.2031
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.2	3.7	0.008383054	5.274	-1710.23
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.6	3.3	0.004353619	5.1387	-2191.43
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.8	3.1	0.004645256	8.3727	803.9028
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	8.1	2.8	0.009734988	7.5557	1270.736
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	8.2	2.6	0.002226477	-12.5744	-20.4513
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	8	2.8	0.009854075	-13.6561	-1303.77
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.9	2.9	0.016766109	0	1122.3
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.8	3	0.028188828	0	387
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.6	3.2	0.029498041	0	412.8
DATE	TIME	type	COG V1	COG V2	MMSI V1	MMSI V2	
8/4/2015	13:34:25	CROSSING	291	295	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:30		292	295.2	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:35		293	294.7	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:40		294	295.3	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:45		295	295	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:50		297	295.6	525025078	525025090	
8/4/2015	13:34:55		298	295.4	525025078	525025090	
8/4/2015	13:35:00		299	295.5	525025078	525025090	
8/4/2015	13:35:05		301	295.3	525025078	525025090	
8/4/2015	13:35:10		302	295.2	525025078	525025090	

Tabel 4. 12 Meratus Batam – Meratus Kalabahi

Dalam kelompok nilai dari *Vessel Conflict Ranking Operator* ketiga pertemuan dengan kondisi menyilang (*crossing*) tersebut, MUSI RIVER dengan SHANGHAI W, pertemuan antara TRANS POWER dengan HERCULES, lalu pertemuan antara MERATUS BATAM dengan MERATUS KALABAHI, termasuk kedalam kelompok dengan nilai bahaya sedang (*Medium VCRO Value*). Menurut sebagian besar senior officer jarak minimal pada pertemuan menyilang (*crossing*) adalah dua kali panjang kapal dan kecepatan relative antar kapal maksimum adalah tidak lebih dari lima knot.

Pada pertemuan antara MUSI RIVER dengan SHANGHAI W168 jarak minimum antar kapal adalah 0,02 Nm. Kecepatan relative antar kapal maksimum pada jarak minimum adalah 2,1 Knot. Panjang kapal MUSI RIVER adalah 115.5 meter, sedangkan panjang dari SHANGHAI W 168 adalah 84 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari MUSI RIVER, yaitu 231 m sama dengan 0,124 mil laut. Menurut sebagian besar officer pertemuan ini pada kondisi jarak minimum pertemuan ini tidak termasuk kedalam kondisi *near miss* walaupun jaraknya kurang dari dua kali panjang kapal, tetapi kecepatan relative antar kapal kurang dari lima knot.

Pada pertemuan antara TRANS POWER dengan HERCULES jarak minimum antar kapal saat kondisi *crossing* adalah 0,07 Mil laut. Kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 1 Knot. Panjang kapal TRANS POWER adalah 29 meter, sedangkan panjang dari HERCULES adalah 189,99 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari HERCULES yaitu 379,98 m sama dengan 0,205 mil laut. Menurut sebagian besar *Officer* pertemuan pada kondisi ini tidak bisa dikategorikan kedalam kondisi *near miss*

karena kecepatan relative antar kapal kurang dari lima knot, masih dalam batas kecepatan relative aman antar kapal

Pada pertemuan antara MERATUS BATAM dengan MERATUS KALABAHI jarak minimum antar kapal adalah 0,002 Nm. Kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 2,6 Knot. Panjang kapal MERATUS BATAM adalah 138,87 meter, sedangkan panjang dari MV. MERATUS KALABAHI adalah 128,84 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah dua kali panjang dari MERATUS BATAM, yaitu 277,74 m sama dengan 0,149 mil laut. Pertemuan ini tidak termasuk kedalam kondisi *near miss* karena jaraknya kurang dari dua kali panjang kapal, namun kecepatan relative antar kapal dibawah 5 knot.

Tabel 4. 13 Trans Power – Hercules

vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance	phase	type of encounter
TRANS POWER	HERCULES	7.6	8.6	1	0.07	-	crossing
TRANS POWER	HERCULES	7.8	8.7	0.9	0.14	16	
TRANS POWER	HERCULES	8	8.9	0.9	0.23	-163	
TRANS POWER	HERCULES	8.1	9	0.9	0.09	-17	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.20	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.18	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.4	0.1	0.28	-	
TRANS POWER	HERCULES	8.6	8.5	0.1	0.25	-	
vcro	date	time	S(m)	s(nm)	v maximum	near miss/tidak	
54.05765	8/4/2015	3:27:20	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
-82.8515	8/4/2015	3:27:25	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
55.74465	8/4/2015	3:27:30	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
43.98924	8/4/2015	3:27:35	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
3.883217	8/4/2015	3:27:40	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
4.377371	8/4/2015	3:27:45	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
1.375132	8/4/2015	3:27:50	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	
1.535548	8/4/2015	3:27:55	379.98	0.2051892	5	Tidak nearmiss	

Tabel 4. 14 Musi River – Shanghai Waigaoqiao

vessel 1	vessel 2	speed of v1	speed of v2	relative speed	distance	type of encouter
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.11	crossing
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8	5.9	2.1	0.10	
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.10	
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8.1	6	2.1	0.03	
vcro	date	time	S(m)	s(nm)	v maximum	near miss/tidak
74.43384	8/4/2015		231	0.12474	5	Tidak nearmiss
82.19627	8/4/2015		231	0.12474	5	Tidak nearmiss
84.02709	8/4/2015		231	0.12474	5	Tidak nearmiss
300.0414	8/4/2015		231	0.12474	5	Tidak nearmiss

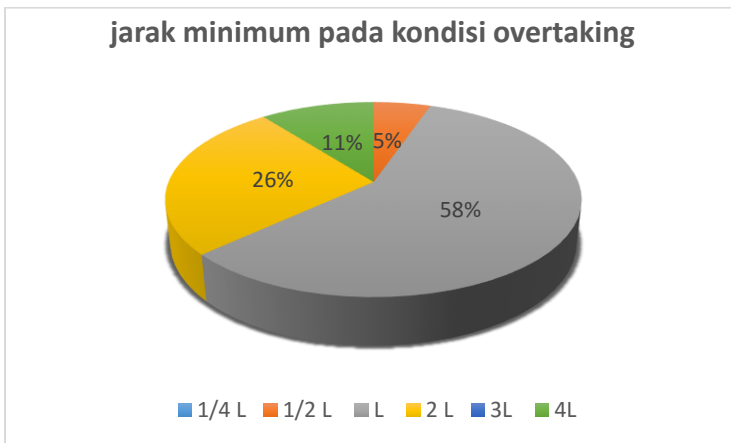
Tabel 4. 15 Meratus Batam – Meratus Kalabahi

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	6.9	3.9	0.02
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.2	3.7	0.01
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.6	3.3	0.00
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.8	3.1	0.00
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	8.1	2.8	0.01
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	8.2	2.6	0.00
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	8	2.8	0.01
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.9	2.9	0.02
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.8	3	0.03
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.6	3.2	0.03
phase	Vcro	S (meter)	S (nm)	V max (kt)	near miss/tidak
8.634	245.2031153	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
5.274	-1710.228553	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
5.1387	-2191.428072	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
8.3727	803.9027916	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
7.5557	1270.736341	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
-12.5744	-20.45132931	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
-13.6561	-1303.767309	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
0	1122.3	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
0	387	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss
0	412.8	277.74	0.1499796	5	Tidak nearmiss

Pada kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) tidak ditemukan kondisi pertemuan yang termasuk kedalam kondisi *near miss*.

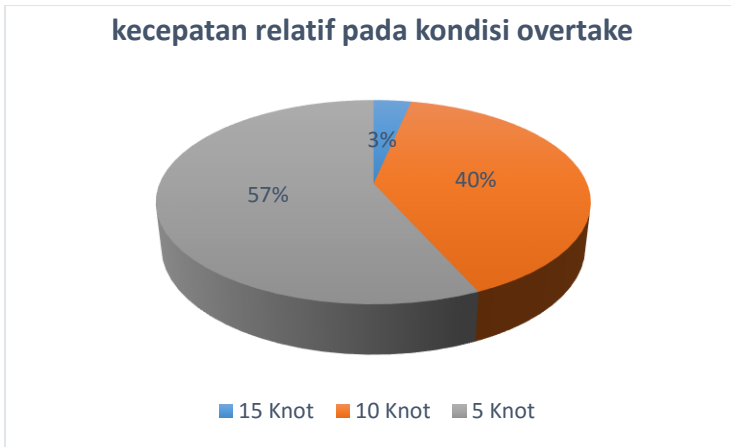
4.3.4.3. Kondisi Mendahului (*Overtake*)

Pada kondisi pertemuan dengan haluan antar kapal saling berhadapan, sebanyak 58% senior officer (responden) berpendapat bahwa jarak minimum pada kondisi pertemuan mendahului (*overtake*) adalah sama dengan panjang kapal. Jika jarak minimal pada suatu pertemuan dengan kondisi mendahului (*overtake*) kurang dari panjang kapal maka pertemuan tersebut termasuk kedalam pertemuan yang berbahaya yang mengarah ke dalam kondisi *Near Miss*



Gambar 4. 43 Rasio pendapat senior officer terhadap jarak minimum pada kondisi overtaking

Namun berdasarkan metode VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) jarak saja tidak bisa menggambarkan tingkat keparahan suatu pertemuan antar kapal. Untuk itu diperlukan juga pendapat para senior officer mengenai kecepatan relative yang aman pada kondisi pertemuan mendahului (*overtake*).



Gambar 4. 44 Rasio pendapat senior officer terhadap kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi overtake

Sebanyak 57% *officer* berpendapat bahwa kecepatan relatif aman pada kondisi pertemuan mendahului (*overtake*) adalah 5 knot (tidak lebih dari lima knot). Pertemuan dengan kondisi saling mendahului diantaranya adalah pertemuan antara KARIN dengan MULTISPIRIT, RELIANCE dengan MATARAM EXPRESS, dan DHARMA SANTOSA dengan HIJAU TERANG.

Pada pertemuan antara KARIN dengan MULTISPIRIT jarak minimum antar kapal adalah 0,05 Nm. Kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 4,8 Knot. Panjang kapal KARIN adalah 179 meter, sedangkan panjang dari MULTISPIRIT adalah 91 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah satu kali panjang dari KARIN, yaitu 179 m sama dengan 0,096 mil laut. Pertemuan ini tidak termasuk kedalam kondisi *near miss* karena kecepatan relatif antar kapal masih berada pada kondisi aman menurut para *officer*.

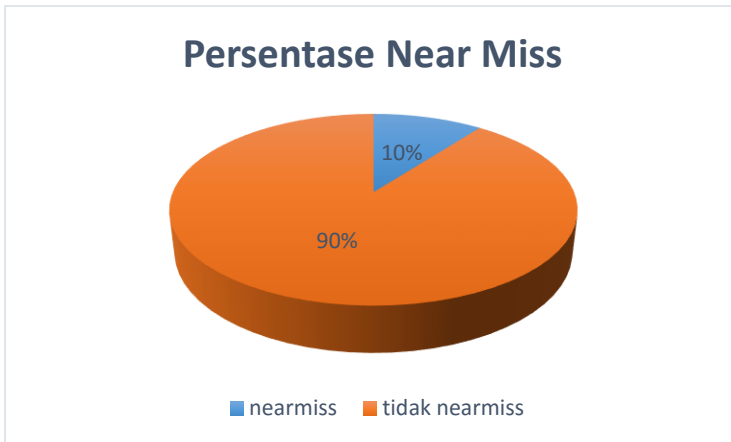
Pada pertemuan antara RELIANCE dengan MATARAM EXPRESS jarak minimum antar kapal adalah 0,02 Nm. Kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 4,3 Knot. Panjang kapal RELIANCE adalah 100,7 meter, sedangkan panjang dari MATARAM EXPRESS adalah 97,08 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah satu kali panjang dari RELIANCE, yaitu 100,7 m sama dengan 0,054 mil laut. Menurut sebagian besar *officer* Kondisi pertemuan pada jarak minimum pada pertemuan ini tidak termasuk kedalam kondisi *near miss* karena jaraknya kurang dari satu kali panjang kapal RELIANCE, dan kecepatan relative antar kapal dibawah 5 knot.

Pada pertemuan antara DHARMA SANTOSA dengan HIJAU TERANG jarak minimum antar kapal adalah 0,04 Nm. Kecepatan relative antar kapal pada jarak minimum adalah 4,8 Knot. Panjang kapal DHARMA SANTOSA adalah 88,91 meter, sedangkan panjang dari HIJAU TERANG adalah 132,3 meter, maka jarak minimum dari pertemuan ini adalah satu kali panjang dari HIJAU TERANG yaitu 132,3 m sama dengan 0,071 mil laut. Menurut sebagian besar *officer* kondisi pertemuan pada jarak minimum tidak termasuk kedalam kondisi *near miss* karena kecepatan relative masih dibawah 5 knot.

Jika dibandingkan dengan Japanese navigation rules for the safety navigation in japanese coastal waters, kecepatan aman adalah tidak lebih dari 12 knot jarak aman antar kapal adalah berdasarkan panjang kapal terpanjang dalam sebuah pertemuan dimana jika kapal dengan panjang 200 meter, kapal dengan panjang lebih dari 200 meter atau 200 meter termasuk ke dalam kategori Huge vessel, bertemu dengan kapal dengan panjang 100 meter dalam segala kondisi pertemuan (head on, crossing, , kapal dengan panjang 100 meter harus melakukan tindakan

secepat mungkin untuk mencegah tubrukan. Dalam hal ini kapal yang termasuk ke dalam kategori huge vessel mendapatkan prioritas ketika sedang berlayar. Namun pada penelitian ini tidak ditemukan kapal dengan kategori huge vessel (panjang kapal lebih dari 200 meter). Oleh sebab itu, diambil kapal terpanjang pada suatu pertemuan sebagai acuan.

Berdasarkan pendapat dari para pelaut di Indonesia dan Japanese navigation rules for the safety navigation in Japanese coastal waters tindakan pencegahan tubrukan harus dilakukan secepat mungkin pada segala kondisi pertemuan (head on, crossing, overtake) ,dengan jarak minimum yang diijinkan pada masing masing kondisi adalah pada kondisi head on dan crossing adalah 2 kali panjang kapal, dan pada kondisi overtake adalah sama dengan panjang kapal. Dan kecepatan yang aman adalah kurang dari 12 knot atau 10 knot



Gambar 4. 45 Rasio kondisi near miss pada pertemuan antar kapal tanggal 8 april 2015 di Selat Madura

Berdasarkan dua opini tersebut, pendapat pelaut Indonesia (ANT-1 dan Japanese navigation rules for the safety navigation

in japanese coastal waters) Dari 23 Pertemuan antar kapal dengan 135 Pergerakan kapal yang terdeteksi oleh Automatic Identification System 13 pergerakan antar kapal dalam pertemuan antar kapal termasuk kedalam kondisi *Near Miss*. Gambar 4.44 menunjukkan persentase dari kondisi *near miss* di Selat Madura pada 8 April 2015. Untuk lebih lengkap bisa dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4. 16 Data Base Kondisi NearMiss Pada pertemuan antar kapal

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance (Nm)	phase	vcro	kondisi pertemuan
ANASSA IOANNA	SINABUNG	9.4	13.8	4.4	0.015576	-	1093.222	tidak nearmiss
ANASSA IOANNA	SINABUNG	9.9	14.3	4.4	0.030799	-	552.8761	tidak nearmiss
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.1	14.7	4.6	0.019176	-	928.3623	tidak nearmiss
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.2	14.8	4.6	0.017431	-	1021.271	tidak nearmiss
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.3	14.9	4.6	0.014256	-	1248.702	tidak nearmiss
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.4	15	4.6	0.01459	-	1220.151	tidak nearmiss
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.212807	-	354.6166	tidak nearmiss
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.092649	-	814.5262	nearmiss
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.7	19.6	0.054583	-	1389.67	nearmiss
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.8	9.7	19.5	0.151831	-	497.0321	nearmiss
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	16.3	26.7	0.194293	-	531.8213	tidak nearmiss
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	15.9	26.3	0.095848	-	1061.899	nearmiss
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	7.9	8.3	0.4	0.056558	-	27.36994	tidak nearmiss
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	8	8.3	0.3	0.041548	-	27.94329	tidak nearmiss

MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.109184	-	74.43384	tidak nearmiss
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8	5.9	2.1	0.098873	-	82.19627	tidak nearmiss
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.096719	-	84.02709	tidak nearmiss
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8.1	6	2.1	0.027086	-	300.0414	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.040471	-	458.9932	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.037614	-	493.8534	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.054892	-	338.4116	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7	4.9	0.053905	-	351.7828	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.058823	-	315.7957	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.073418	-	253.0164	tidak nearmiss
DHARMA SANTOSA	HIJAU TERANG	12	7.1	4.9	0.041835	-	453.2787	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	8.3	7.6	0.7	0.065616	-	41.28559	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	8.5	7.9	0.6	0.052953	-	43.85016	tidak nearmiss

box voyager	spring mas	8.9	7.9	1	0.034037	-	113.6993	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	9.1	8.1	1	0.03704	-	104.481	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	9.3	8.7	0.6	0.0658	-	35.2886	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	10	8.9	1.1	0.052754	-	80.69464	tidak nearmiss
box voyager	spring mas	10.5	6.7	3.8	0.021122	-	696.2338	tidak nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4	13.2	0.268556	-	190.2173	tidak nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.2	13.4	0.14817	-	349.9905	tidak nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.4	13.6	0.099373	-	529.6398	nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.6	13.8	0.013413	-	3981.564	nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5	14.2	0.131318	-	418.4812	tidak nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.9	14.1	0.179334	-	304.2764	tidak nearmiss
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5.2	14.4	0.289366	-	192.5866	tidak nearmiss
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.043	-	476.9954	nearmiss
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.042123	-	486.9258	nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.5	6.1	4.4	0.087	-	195.7233	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.5	6.2	4.3	0.074959	-	222.0016	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.072874	-	233.6636	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.072812	-	233.8627	tidak nearmiss

VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.04935	-	345.0441	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.7	6.2	4.5	0.036184	-	481.2897	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.7	6.2	4.5	0.034003	-	512.1629	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	10.8	6.2	4.6	0.032802	-	542.7025	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.1	6.2	4.9	0.033402	-	567.7286	tidak nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.3	6.2	5.1	0.046217	-	427.0548	nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.3	6.2	5.1	0.029379	-	671.8024	nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.4	6.2	5.2	0.017713	-	1136.094	nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.4	6.2	5.2	0.01566	-	1285.057	nearmiss
VERIZON	MERATUS BARITO	11.8	6.2	5.6	0.04562	-	475.0588	nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.3	2.3	0.071899	-	123.7984	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.072233	-	117.8686	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.072758	-	117.0183	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.060588	-	140.522	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.050382	-	176.6691	tidak nearmiss

FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.047868	-	177.8623	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.045054	-	197.5646	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.04544	-	195.8834	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.039479	-	225.4609	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.1	2.2	0.052923	-	160.876	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.1	2.2	0.043637	-	195.1117	tidak nearmiss
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.8	7.2	2.4	0.050246	-	184.8501	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.6	9.8	0.2	0.123271	-	6.278824	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	9.9	0.5	0.174584	-	11.0835	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.5	1.1	0.08868	-	48.004	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.7	1.3	0.068145	-	73.82795	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.8	1.4	0.047092	-	115.0524	tidak nearmiss
HOANG - HAI	MY HUNG	9.5	10.7	1.2	0.034374	-	135.1026	tidak nearmiss

RELIANCE	MY HUNG	10.4	9.8	0.6	0.08395	-	27.65917	tidak nearmiss
RELIANCE	MY HUNG	10.5	9.9	0.6	0.087108	-	26.6567	tidak nearmiss
RELIANCE	MY HUNG	10.9	10.5	0.4	0.042123	-	36.74912	tidak nearmiss
RELIANCE	MY HUNG	11.2	10.7	0.5	0.040933	-	47.27205	tidak nearmiss
RELIANCE	MY HUNG	11.4	10.8	0.6	0.026482	-	87.68209	tidak nearmiss
RELIANCE	MY HUNG	11.6	10.7	0.9	0.008538	-	407.9338	tidak nearmiss
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.6	9.6	1	0.047987	-	43	tidak nearmiss
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.095043	-	82.92857	tidak nearmiss
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.064701	-	145.125	tidak nearmiss
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.1	9.4	1.7	0.085015	-	164.475	tidak nearmiss
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.4	9.4	2	0.086467	-	387	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	6.9	3.9	0.015946	8.634	307.5417	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.2	3.7	0.008383	5.274	-2040.1	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.6	3.3	0.004354	5.1387	-3523.5	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	7.8	3.1	0.004645	8.3727	1384.471	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.9	8.1	2.8	0.009735	7.5557	1305.329	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	8.2	2.6	0.002226	-12.5744	-64.2986	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	8	2.8	0.009854	-13.6561	-1323.07	tidak nearmiss

MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.9	2.9	0.016766	0	669.3861	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.8	3	0.028189	0	411.8653	tidak nearmiss
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAHI	10.8	7.6	3.2	0.029498	0	419.8245	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	10.6	7.2	3.4	0.031901	-	412.4615	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	10.7	7.2	3.5	0.036569	-	370.3977	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	10.9	7.3	3.6	0.034862	-	399.6279	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	11.1	7.3	3.8	0.020327	-	723.4623	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	11.3	7.3	4	0.10088	-	153.4491	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	11.4	7.3	4.1	0.02027	-	782.7905	tidak nearmiss
RELIANCE	mataram express	11.6	7.3	4.3	0.015444	-	1077.479	tidak nearmiss
meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.012135	-	382.695	tidak nearmiss
meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.008028	-	578.4986	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.2	9.6	2.4	0.049303	-	188.3864	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.2	9.4	2.2	0.0349	-	243.9538	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.036961	-	219.878	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.058569	-	138.7583	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.033636	-	241.6132	tidak nearmiss
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.017221	-	471.9283	tidak nearmiss

mataram express	my hung	7.2	9.8	2.6	0.16416	-	61.29386	tidak nearmiss
mataram express	my hung	7.2	9.9	2.7	0.174561	-	59.85866	tidak nearmiss
mataram express	my hung	7.3	10.5	3.2	0.121597	-	101.8445	tidak nearmiss
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.126693	-	103.8573	tidak nearmiss
mataram express	my hung	7.3	10.8	3.5	0.038974	-	347.5426	tidak nearmiss
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.051583	-	255.0819	tidak nearmiss
karin	multi spirit	4.9	0.1	4.8	0.048612	-	382.1279	tidak nearmiss
karin	multi spirit	5	0	5	0.178446	-	108.4361	tidak nearmiss
karin	multi spirit	5.1	0.1	5	0.153589	-	125.9856	tidak nearmiss
karin	multi spirit	5.2	0.1	5.1	0.104766	-	188.3921	tidak nearmiss
karin	multi spirit	5.3	0	5.3	0.115565	-	177.4845	tidak nearmiss
karin	multi spirit	4.6	0.1	4.5	0.122045	-	142.6935	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	7.6	8.6	1	0.07159	-	54.05765	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	7.8	8.7	0.9	0.142737	16	-4.51917	Tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	8	8.9	0.9	0.234634	-163	2.96865	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	8.1	9	0.9	0.093034	-17	43.98924	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.199319	-	3.883217	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.176818	-	4.377371	tidak nearmiss

TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.4	0.1	0.281428	-	1.375132	tidak nearmiss
TRANS POWER	HERCULES	8.6	8.5	0.1	0.252027	-	1.535548	tidak nearmiss
TITIAN NUSANTARA	SHANGHAI W	8.3	5.8	2.5	0.061142	-	158.2389	tidak nearmiss
TITIAN NUSANTARA	SHANGHAI W	8.3	5.9	2.4	0.049577	-	187.3443	tidak nearmiss
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.2	7.1	0.1	0.045115	-	8.578068	tidak nearmiss
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.3	7.1	0.2	0.046355	-	16.69717	tidak nearmiss
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.6	7	0.6	0.047716	-	48.66296	tidak nearmiss
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.5	7.1	0.4	0.047716	-	32.44198	tidak nearmiss

4.3 Penyebab *Near Miss*

Dari hasil analisa yang telah dilakukan dapat diketahui faktor faktor yang mempengaruhi kondisi *near miss* pada suatu pertemuan antar kapal, faktor faktor tersebut adalah:

- Jarak antar kapal
- Kecepatan relative antar kapal
- Arah haluan kapal
- Panjang kapal

Pada penelitian (tugas akhir) ini, menggunakan metode Vessel Conflict Ranking Operator untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya *near miss* (*near collision*) antar kapal pada aktivitas pelayaran di Selat Madura dari data AIS.

Vessel conflict ranking operator (VCRO) mempertimbangkan faktor faktor penyebab *near miss* yang mempengaruhi kompleksitas dari sebuah pertemuan antara dua kapal, dan tingkat keparahan dari pertemuan antara dua kapal. Berdasarkan metode Vessel conflict ranking operator (VCRO) faktor faktor yang menyebabkan *near miss* (*near collision*) atau tingkat keparahan dari pertemuan antara dua kapal antara lain jarak antara dua kapal, kecepatan relatif, dan *phase (heading)* kapal.

Jarak antara dua kapal saja tidak bisa dijadikan acuan untuk menilai tingkat keparahan dari suatu pertemuan antara dua kapal, jarak tidak memiliki arah. Dalam penilaian tingkat keparahan pertemuan antara dua kapal (*near miss* atau *near collision*) jarak sangat erat kaitannya dengan kecepatan relatif semakin kecil jaraknya maka tingkat keparahan pertemuan antara dua kapal akan menjadi sangat berbahaya jika kecepatan relatif antara dua kapal sangat besar, atau saat kecepatan relatifnya besar dan jarak antar kapal besar bisa dikatakan

berbahaya juga karena semakin besar kecepatan relatifnya maka semakin besar pula laju perubahan jarak antara dua kapal, semakin cepat laju perubahan jarak antara dua kapal maka semakin sedikit waktu yang bisa digunakan untuk melakukan tindakan pencegahan untuk menghindari tubrukan.

Kecepatan relatif, secara ilmu fisika pengertian kecepatan relatif adalah kecepatan suatu benda bila ditinjau darisudut pandang yang berbeda atau kecepatan suatu benda terhadap benda lain, atau bisa dikatakan selisih dua buah kecepatan.

Dan yang faktor terakhir yang menjadi penyebab near collision adalah phase. Phase disini didefinisikan sebagai sudut yang dihasilkan dari haluan dua kapal yang bertemu. Ada dua jenis phase, yaitu phase positive dan phase negative, dimana phase negative mengindikasikan dua kapal dalam posisi saling menjauhi, sedangkan phase positif mengindikasikan kapal saling mendekati.

Dari perhitungan atau analisa yang telah dilakukan menggunakan metode VCRO (*Vessel Conflict Ranking Operator*) diketahui bahwa pertemuan yang paling berbahaya adalah pertemuan dengan kondisi kapal saling berhadapan (*head on*), hal ini dibuktikan tingginya nilai VCRO nilai VCRO pada pertemuan dengan kondisi saling berhadapan (*Head On*) Dari tabel diatas dibuktikan nilai maksimum VCRO yang besar pada pertemuan dengan kondisi berhadapan (*head on*), walaupun jarak antar kapal pada pertemuan tersebut cukup jauh yaitu sebesar 0,21 Nm namun kecepatan relative antar kapal pada pertemuan tersebut sangat tinggi yaitu sebesar 19,5 knot atau 355,584 km/jam.

Sesuai dengan persamaan VCRO pada pertemuan dengan kondisi haluan yang searah, $VCRO(x, y) = (3.84x - 1y)$ dimana X adalah jarak dalam satuan Nautical Mile, dan Y adalah kecepatan relative antar kapal dalam satuan (knot). Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa kecepatan relative

antar kapal berbanding lurus dengan nilai VCRO, sedangkan nilai dari jarak berbanding terbalik dengan nilai VCRO semakin besar nilai jarak (semakin jauh) maka nilai VCRO (*Vessel Ranking Conflict Operator*) semakin kecil. Namun, nilai jarak saja tidak bisa menggambarkan tingkat keparahan dari suatu pertemuan antar kapal, setidaknya jarak harus diperhitungkan dengan kecepatan relative antar kapal agar bisa diketahui tingkat atau nilai keparahan dari pertemuan antar kapal.

Kecepatan relative antar kapal sangat penting karena menggambarkan laju perubahan jarak antar kapal. Semakin tinggi kecepatan relative antar kapal pada suatu pertemuan, maka semakin cepat terjadi perubahan jarak antar kapal. Pada beberapa kondisi, seperti pada pertemuan dengan kondisi berhadapan (*head on*), dimana kecepatan relative pada pertemuan kondisi ini sangat besar, menyebabkan perubahan jarak menjadi semakin cepat (menjadi dekat), karena hal tersebut officer harus segera mengambil tindakan untuk mencegah tubrukan. menurut sebagian besar senior officer kecepatan relative antar kapal yang aman pada setiap kondisi pertemuan memiliki nilai yang berbeda.

Selain kecepatan relative antar kapal dan jarak antar kapal, panjang kapal berpengaruh terhadap kondisi *near miss* dalam suatu pertemuan antar kapal. Panjang kapal dijadikan acuan sebagai jarak aman dalam suatu pertemuan. Jarak aman dari masing masing kondisi pertemuan berbeda, pada kondisi saling berhadapan (*head on*) jarak aman atau jarak minimal antar kapal yang berpapasan adalah dua kali panjang dari kapal, dan kecepatan relatif aman antar kapal pada kondisi saling berhadapan (*head on*) adalah 10 knot. Pada kondisi pertemuan menyilang (*crossing*) jarak aman atau jarak minimal pada suatu pertemuan menyilang (*crossing*) adalah dua kali panjang kapal,

dan kecepatan relatif antar kapal yang aman pada pertemuan menyilang adalah 10 knot. Pada kondisi pertemuan mendahului atau menyalip (*overtake*) jarak minimal atau jarak aman pada kondisi ini adalah satu kali panjang kapal, dan kecepatan relatif antar kapal yang aman pada kondisi ini adalah 5 knot.

4.4 Tindakan saat kondisi *Near Miss*

Kondisi near miss pada masing masing kondisi pertemuan memiliki kondisi yang berbeda, jarak aman, kecepatan relative antar kapal aman pada kondisi haluan saling berhadapan (*head on*), menyilang (*crossing*) dan mendahului antar kapal (*overtake*) memiliki kondisi yang berbeda. Berikut ini adalah tindakan saat berada pada kondisi *near miss* pada masing masing pertemuan

4.4.1. Kondisi Haluan Saling Berhadapan (*head on*)

Situasi saling berhadapan dianggap ada, jika suatu kapal melihat kapal lain tepat atau hampir tepat di depan kapal tersebut, dan pada malam hari kapal tersebut dapat melihat penerangan tiang kapal lain segaris atau hampir segaris. Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi *near miss* pada pertemuan dengan kondisi saling berhadapan adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar dua kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan relative antar kapal yang aman yaitu sebesar 10 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari dua kali panjang kapal atau merubah haluan sebelum jarak minimal ketika melihat kapal datang dari arah haluan. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan

- Menjaga laju aman (kecepatan aman) agar dapat mengambil tindakan yang tepat dan efektif untuk menghindari keadaan *near miss*.
- Jika dua kapal yang sedang berlayar bertemu dengan haluan berhadapan (*head on*), sehingga mengakibatkan timbulnya kondisi *near miss* atau bahaya tubrukan, masing masing kapal harus merubah haluannya ke kanan, sehingga saling berpapasan pada lambung kiri.

4.4.2. Kondisi Pertemuan Menyilang (*Crossing*)

Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi *near miss* pada pertemuan dengan kondisi menyilang (*crossing*) adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar dua kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan relatif antar kapal yang aman yaitu sebesar 10 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari dua kali panjang kapal. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan
- Menjaga laju aman (kecepatan aman) agar dapat mengambil tindakan yang tepat dan efektif untuk menghindari keadaan *near miss*.
- Untuk menghindari *near miss* atau tubrukan dengan kapal lain tidak boleh merubah haluan ke kiri untuk kapal yang berada di lambung kiri kapal yang sedang dalam kondisi memotong atau menyilang.
- Salah satu kapal harus mempertahankan haluan dan kecepatannya.

4.4.3. Kondisi Mendahului (*Overtake*)

Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi *near miss* pada pertemuan dengan kondisi mendahului (*Overtake*) adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar satu kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan aman yaitu sebesar 5 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari satu kali panjang kapal. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan.

Lampiran

VCRO data base

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance (Nm)	phase	vcro	date	time	type of encounter	lat v 1	long v1	lat v2	long v2	cog v1	cog v2
ANASSA IOANNA	SINABUNG	9.4	13.8	4.4	0.015576	-	1093.222	8/4/2015	6:36:55 PM	OVERTAKING	- 7.19155	112.6986	-7.1914	112.6988	292	296.2
ANASSA IOANNA	SINABUNG	9.9	14.3	4.4	0.030799	-	552.8761	8/4/2015	6:37:00 PM		- 7.19057	112.6967	- 7.19055	112.6972	296	298.9
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.1	14.7	4.6	0.019176	-	928.3623	8/4/2015	6:37:05 PM		- 7.19003	112.6958	- 7.19014	112.6965	300	302
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.2	14.8	4.6	0.017431	-	1021.271	8/4/2015	6:37:10 PM		-7.1895	112.695	- 7.18972	112.6958	303	303.2
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.3	14.9	4.6	0.014256	-	1248.702	8/4/2015	6:37:15 PM		- 7.18917	112.6946	- 7.18903	112.6947	303	305
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.4	15	4.6	0.01459	-	1220.151	8/4/2015	6:37:20 PM		- 7.18898	112.6943	- 7.18879	112.6944	303	306.1
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.212807	-	354.6166	8/4/2015	5:13:25 AM	head on	- 7.19076	112.6993	- 7.18979	112.6959	296.9	120.3
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.092649	-	814.5262	8/4/2015	5:13:30 AM		- 7.19035	112.6985	- 7.19048	112.6969	296.6	121.6
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.7	19.6	0.054583	-	1389.67	8/4/2015	5:13:35 AM		- 7.19016	112.6981	- 7.19098	112.6977	296.3	123.1
LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.8	9.7	19.5	0.151831	-	497.0321	8/4/2015	5:13:40 AM		- 7.18929	112.6965	- 7.19124	112.6981	300.1	124.6
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	16.3	26.7	0.194293	-	531.8213	8/4/2015	6:36:55 AM	HEAD ON	- 7.19023	112.6989	- 7.19003	112.6956	300	224.1
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	15.9	26.3	0.095848	-	1061.899	8/4/2015	6:37:00 AM		-7.19	112.6984	- 7.19159	112.6982	300.5	224.7
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	7.9	8.3	0.4	0.056558	-	27.36994	8/4/2015	12:36:40 PM	OVERTAKING	- 7.19161	112.6995	- 7.19143	112.7004	300.2	297.7
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	8	8.3	0.3	0.041548	-	27.94329	8/4/2015	12:36:46 PM		- 7.19143	112.6991	-7.1911	112.6998	301.2	297.3
MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.109184	-	74.43384	8/4/2015	12:36:40 PM	crossing	- 7.19161	112.6995	- 7.19061	112.701	300.2	298
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8	5.9	2.1	0.098873	-	82.19627	8/4/2015	12:36:46 PM		- 7.19143	112.6991	- 7.19047	112.7005	301.2	297.6

MUSI RIVER	SHANGHAI W	7.9	5.8	2.1	0.096719	-	84.02709	8/4/2015	12:36:52 PM		-7.1912	112.6988	-7.1904	112.7002	304.8	294.3
MUSI RIVER	SHANGHAI W	8.1	6	2.1	0.027086	-	300.0414	8/4/2015	12:36:58 PM		- 7.18909	112.6961	- 7.18913	112.6966	309.1	294.5
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.040471	-	458.9932	8/4/2015	2:35:13 PM	overtake/same direction	- 7.19115	112.701	- 7.19151	112.7004	300	292
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.037614	-	493.8534	8/4/2015	2:35:18 PM		- 7.19088	112.7005	- 7.19137	112.7001	300.4	294.4
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.054892	-	338.4116	8/4/2015	2:35:23 PM		- 7.19036	112.6996	- 7.19125	112.6998	300.5	294.5
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7	4.9	0.053905	-	351.7828	8/4/2015	2:35:28 PM		- 7.19009	112.6991	- 7.19098	112.6993	300.2	298
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.058823	-	315.7957	8/4/2015	2:35:33 PM		- 7.18985	112.6986	-7.1908	112.6989	300.3	297.9
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.073418	-	253.0164	8/4/2015	2:35:38 PM		- 7.18926	112.6976	- 7.19035	112.6981	300.6	299.2
DHARMA SANTOSA	HIAU TERANG	12	7.1	4.9	0.041835	-	453.2787	8/4/2015	2:35:43 PM		- 7.18904	112.6972	- 7.18968	112.6969	299.2	302.8
box voyager	spring mas	8.3	7.6	0.7	0.065616	-	41.28559	8/4/2015	7:24:15 AM	overtake	- 7.19138	112.6982	- 7.19164	112.6993	305.1	306.3
box voyager	spring mas	8.5	7.9	0.6	0.052953	-	43.85016	8/4/2015	7:24:20 AM		- 7.19088	112.6975	- 7.19106	112.6984	306.7	307.3
box voyager	spring mas	8.9	7.9	1	0.034037	-	113.6993	8/4/2015	7:24:25 AM		- 7.19064	112.6972	- 7.19066	112.6978	307.4	306.3
box voyager	spring mas	9.1	8.1	1	0.03704	-	104.481	8/4/2015	7:24:30 AM		- 7.19037	112.6969	- 7.19045	112.6975	307.5	307.1
box voyager	spring mas	9.3	8.7	0.6	0.0658	-	35.2886	8/4/2015	7:24:35 AM		- 7.18984	112.6962	- 7.19027	112.6972	307.6	306.9
box voyager	spring mas	10	8.9	1.1	0.052754	-	80.69464	8/4/2015	7:24:40 AM		- 7.18922	112.6954	- 7.18956	112.6962	307.6	309.7
box voyager	spring mas	10.5	6.7	3.8	0.021122	-	696.2338	8/4/2015	7:24:45 AM		- 7.18858	112.6946	- 7.18861	112.6949	309.1	310.8
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4	13.2	0.268556	-	190.2173	8/4/2015	11:15:30 AM	head on	- 7.19147	112.7006	- 7.18952	112.6966	292.3	114.3

KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.2	13.4	0.14817	-	349.9905	8/4/2015	11:15:35 AM		- 7.19131	112.7002	- 7.19012	112.6981	292.9	114.5
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.4	13.6	0.099373	-	529.6398	8/4/2015	11:15:40 AM		- 7.19117	112.6999	-7.1903	112.6985	292.7	114.6
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.6	13.8	0.013413	-	3981.564	8/4/2015	11:15:45 AM		-7.191	112.6995	- 7.19086	112.6997	292.4	114.8
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5	14.2	0.131318	-	418.4812	8/4/2015	11:15:50 AM		-7.1905	112.6983	- 7.19117	112.7004	294.8	114.9
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	4.9	14.1	0.179334	-	304.2764	8/4/2015	11:15:55 AM		- 7.19031	112.6979	- 7.19131	112.7007	296	115.3
KYODO	MERATUS KAMPAR	9.2	5.2	14.4	0.289366	-	192.5866	8/4/2015	11:16:00 AM		- 7.18952	112.6964	-7.1914	112.7009	298.2	115
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.043	-	476.9954	8/4/2015	11:15:40 AM	overtake	- 7.19117	112.6999	- 7.19159	112.6993	294.3	292.7
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.042123	-	486.9258	8/4/2015	11:15:45 AM		-7.191	112.6995	- 7.19142	112.6989	294.4	292.4
VERIZON	MERATUS BARITO	10.5	6.1	4.4	0.087	-	195.7233	8/4/2015	12:36:40 AM	overtake	- 7.19154	112.6999	- 7.19148	112.7013	295	291.6
VERIZON	MERATUS BARITO	10.5	6.2	4.3	0.074959	-	222.0016	8/4/2015	12:36:46 AM		-7.1915	112.6998	- 7.19136	112.701	295.2	291.4
VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.072874	-	233.6636	8/4/2015	12:36:52 AM		-7.1914	112.6996	- 7.19126	112.7008	294.7	291.7
VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.072812	-	233.8627	8/4/2015	12:36:58 AM		- 7.19129	112.6993	- 7.19114	112.7005	295.3	291.6
VERIZON	MERATUS BARITO	10.6	6.2	4.4	0.04935	-	345.0441	8/4/2015	12:37:04 AM		- 7.19117	112.699	- 7.19084	112.6998	295	292
VERIZON	MERATUS BARITO	10.7	6.2	4.5	0.036184	-	481.2897	8/4/2015	12:37:10 AM		-7.1911	112.6988	- 7.19062	112.6992	295.6	291.9
VERIZON	MERATUS BARITO	10.7	6.2	4.5	0.034003	-	512.1629	8/4/2015	12:37:16 AM		- 7.19096	112.6985	-7.1904	112.6986	295.4	291.6
VERIZON	MERATUS BARITO	10.8	6.2	4.6	0.032802	-	542.7025	8/4/2015	12:37:22 AM		- 7.19081	112.6982	-7.1903	112.6984	295.5	291.7
VERIZON	MERATUS BARITO	11.1	6.2	4.9	0.033402	-	567.7286	8/4/2015	12:37:28 AM		-7.1903	112.6971	- 7.18998	112.6976	295.3	291.9

VERIZON	MERATUS BARITO	11.3	6.2	5.1	0.046217	-	427.0548	8/4/2015	12:37:34 AM		- 7.18996	112.6965	- 7.18987	112.6973	295.2	292.1
VERIZON	MERATUS BARITO	11.3	6.2	5.1	0.029379	-	671.8024	8/4/2015	12:37:40 AM		- 7.18979	112.6963	- 7.18964	112.6967	295.8	292
VERIZON	MERATUS BARITO	11.4	6.2	5.2	0.017713	-	1136.094	8/4/2015	12:37:46 AM		- 7.18965	112.6961	- 7.18941	112.6962	295.4	293.6
VERIZON	MERATUS BARITO	11.4	6.2	5.2	0.01566	-	1285.057	8/4/2015	12:37:52 AM		- 7.18948	112.6958	- 7.18929	112.696	294.8	294.6
VERIZON	MERATUS BARITO	11.8	6.2	5.6	0.04562	-	475.0588	8/4/2015	12:37:58 AM		- 7.18895	112.695	- 7.18916	112.6957	295	296.4
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.3	2.3	0.071899	-	123.7984	8/4/2015	8:32:35 PM	overtake	- 7.19066	112.6987	- 7.19132	112.6977	294.7	291.7
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.072233	-	117.8686	8/4/2015	8:32:40 PM		- 7.19058	112.6985	- 7.19115	112.6975	295.3	291.6
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.072758	-	117.0183	8/4/2015	8:32:45 PM		- 7.19048	112.6983	- 7.19098	112.6972	295	292
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.060588	-	140.522	8/4/2015	8:32:50 PM		- 7.19016	112.6977	- 7.19078	112.6969	295.6	291.9
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.050382	-	176.6691	8/4/2015	8:32:55 PM		-7.1898	112.6969	-7.1906	112.6966	295.4	291.6
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	5	7.2	2.2	0.047868	-	177.8623	8/4/2015	8:33:00 PM		- 7.18961	112.6964	- 7.19041	112.6963	295.5	291.7
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.045054	-	197.5646	8/4/2015	8:33:05 PM		-7.1895	112.6962	- 7.19023	112.696	295.3	291.9
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.04544	-	195.8834	8/4/2015	8:33:10 PM		- 7.18931	112.6958	- 7.19007	112.6957	295.2	292.1
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.039479	-	225.4609	8/4/2015	8:33:15 PM		- 7.18923	112.6956	- 7.18973	112.6952	295.8	292
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.1	2.2	0.052923	-	160.876	8/4/2015	8:33:20 PM		- 7.18904	112.6952	- 7.18917	112.6943	295.4	293.6
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.1	2.2	0.043637	-	195.1117	8/4/2015	8:33:25 PM		- 7.18885	112.6948	- 7.18901	112.694	294.8	294.6
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.8	7.2	2.4	0.050246	-	184.8501	8/4/2015	8:33:30 PM		- 7.18867	112.6943	- 7.18864	112.6935	294.8	296.4

HOANG - HAI	MY HUNG	9.6	9.8	0.2	0.123271	-	6.278824	8/4/2015	1:29:15 PM	OVERTAKE	- 7.19112	112.6998	-7.1915	112.7019	288.9	291
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	9.9	0.5	0.174584	-	11.0835	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19063	112.6986	- 7.19132	112.7015	291.8	292
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.5	1.1	0.08868	-	48.004	8/4/2015	1:29:25 PM		- 7.19044	112.6982	- 7.19062	112.6997	293.2	293
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.7	1.3	0.068145	-	73.82795	8/4/2015	1:29:30 PM		- 7.19038	112.6981	- 7.19043	112.6992	293.7	294
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.8	1.4	0.047092	-	115.0524	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.19006	112.6974	- 7.18947	112.6969	294.9	295
HOANG - HAI	MY HUNG	9.5	10.7	1.2	0.034374	-	135.1026	8/4/2015	1:29:40 PM		- 7.18893	112.6952	- 7.18853	112.6948	298.3	296
RELIANCE	MY HUNG	10.4	9.8	0.6	0.08395	-	27.65917	8/4/2015	1:29:10 PM	OVERTAKE	- 7.19162	112.7005	-7.1915	112.7019	300	291
RELIANCE	MY HUNG	10.5	9.9	0.6	0.087108	-	26.6567	8/4/2015	1:29:15 PM		- 7.19141	112.7	- 7.19132	112.7015	300.5	292
RELIANCE	MY HUNG	10.9	10.5	0.4	0.042123	-	36.74912	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19103	112.6991	- 7.19062	112.6997	300.2	293
RELIANCE	MY HUNG	11.2	10.7	0.5	0.040933	-	47.27205	8/4/2015	1:29:25 PM		-7.1908	112.6986	- 7.19043	112.6992	299.6	294
RELIANCE	MY HUNG	11.4	10.8	0.6	0.026482	-	87.68209	8/4/2015	1:29:30 PM		-7.1896	112.6965	- 7.18947	112.6969	299.4	295
RELIANCE	MY HUNG	11.6	10.7	0.9	0.008538	-	407.9338	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.18862	112.6946	- 7.18853	112.6948	300.4	296
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.6	9.6	1	0.047987	0	43	8/4/2015	1:29:15 PM	overtaking	- 7.19122	112.6996	- 7.19112	112.6998	300	288.9
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.095043	0	82.92857	8/4/2015	1:29:20 PM		-7.1908	112.6986	- 7.19063	112.6986	300.5	291.8
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.064701	0	145.125	8/4/2015	1:29:25 PM		- 7.19055	112.6982	- 7.19044	112.6982	300.2	293.2
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.1	9.4	1.7	0.085015	0	164.475	8/4/2015	1:29:30 PM		- 7.19007	112.6974	- 7.19006	112.6974	299.6	293.7
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.4	9.4	2	0.086467	0	387	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.18889	112.6952	- 7.18893	112.6952	299.4	294.9

MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	6.9	3.9	0.015946	8.634	307.5417	8/4/2015	1:34:25 PM	CROSSING	-7.1915	112.6972	- 7.19138	112.6974	291	295
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.2	3.7	0.008383	5.274	-2040.1	8/4/2015	1:34:30 PM		- 7.19117	112.6967	- 7.19113	112.6968	292	295.2
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.6	3.3	0.004354	5.1387	-3523.5	8/4/2015	1:34:35 PM		- 7.19083	112.6962	- 7.19076	112.6962	293	294.7
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	7.8	3.1	0.004645	8.3727	1384.471	8/4/2015	1:34:40 PM		- 7.19067	112.6958	-7.1906	112.6959	294	295.3
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.9	8.1	2.8	0.009735	7.5557	1305.329	8/4/2015	1:34:45 PM		- 7.19033	112.6953	-7.1902	112.6952	295	295
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	8.2	2.6	0.002226	- 12.5744	-64.2986	8/4/2015	1:34:50 PM		-7.19	112.695	- 7.19004	112.695	297	295.6
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	8	2.8	0.009854	- 13.6561	-1323.07	8/4/2015	1:34:55 PM		- 7.18967	112.6947	- 7.18983	112.6946	298	295.4
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.9	2.9	0.016766	0	669.3861	8/4/2015	1:35:00 PM		- 7.18933	112.6942	-7.1896	112.6942	299	295.5
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.8	3	0.028189	0	411.8653	8/4/2015	1:35:05 PM		-7.189	112.6938	- 7.18945	112.694	301	295.3
MERATUS BATAM	MERATUS KALABAH	10.8	7.6	3.2	0.029498	0	419.8245	8/4/2015	1:35:10 PM		- 7.18867	112.6935	- 7.18887	112.6931	302	295.2
RELIANCE	mataram express	10.6	7.2	3.4	0.031901	-	412.4615	8/4/2015	1:29:15 PM	overtaking	- 7.19122	112.6996	- 7.19152	112.6991	300	299.8
RELIANCE	mataram express	10.7	7.2	3.5	0.036569	-	370.3977	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19103	112.6991	- 7.19121	112.6985	300.5	298.3
RELIANCE	mataram express	10.9	7.3	3.6	0.034862	-	399.6279	8/4/2015	1:29:25 PM		- 7.19055	112.6982	- 7.19071	112.6977	300.2	298
RELIANCE	mataram express	11.1	7.3	3.8	0.020327	-	723.4623	8/4/2015	1:29:30 PM		- 7.19007	112.6974	-7.1903	112.6971	299.6	299
RELIANCE	mataram express	11.3	7.3	4	0.10088	-	153.4491	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.18909	112.6955	- 7.19012	112.6969	299.4	301
RELIANCE	mataram express	11.4	7.3	4.1	0.02027	-	782.7905	8/4/2015	1:29:40 PM		- 7.18889	112.6952	- 7.18912	112.6954	300.4	302
RELIANCE	mataram express	11.6	7.3	4.3	0.015444	-	1077.479	8/4/2015	1:29:45 PM		- 7.18862	112.6946	- 7.18877	112.6949	298	302

meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.012135	-	382.695	8/4/2015	1:29:15 PM	overtaking	- 7.19162	112.6989	- 7.19152	112.6991	296.5	299.8
meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.008028	-	578.4986	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19131	112.6984	- 7.19121	112.6985	296	298.3
mataram express	hoang hai	7.2	9.6	2.4	0.049303	-	188.3864	8/4/2015	1:29:15 PM	overtaking	- 7.19152	112.6991	- 7.19112	112.6998	299.8	288.9
mataram express	hoang hai	7.2	9.4	2.2	0.0349	-	243.9538	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19121	112.6985	- 7.19063	112.6986	298.3	291.8
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.036961	-	219.878	8/4/2015	1:29:25 PM		- 7.19071	112.6977	- 7.19044	112.6982	298	293.2
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.058569	-	138.7583	8/4/2015	1:29:30 PM		-7.1903	112.6971	- 7.19038	112.6981	299	293.7
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.033636	-	241.6132	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.19012	112.6969	- 7.19006	112.6974	301	294.9
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.017221	-	471.9283	8/4/2015	1:29:40 PM		- 7.18912	112.6954	- 7.18893	112.6952	302	298.3
mataram express	my hung	7.2	9.8	2.6	0.16416	-	61.29386	8/4/2015	1:29:15 PM	OVERTAKING	- 7.19121	112.6985	-7.1915	112.7019	299.8	291
mataram express	my hung	7.2	9.9	2.7	0.174561	-	59.85866	8/4/2015	1:29:20 PM		- 7.19071	112.6977	- 7.19132	112.7015	298.3	292
mataram express	my hung	7.3	10.5	3.2	0.121597	-	101.8445	8/4/2015	1:29:25 PM		-7.1903	112.6971	- 7.19062	112.6997	298	293
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.126693	-	103.8573	8/4/2015	1:29:30 PM		- 7.19012	112.6969	- 7.19043	112.6992	299	294
mataram express	my hung	7.3	10.8	3.5	0.038974	-	347.5426	8/4/2015	1:29:35 PM		- 7.18912	112.6954	- 7.18947	112.6969	301	295
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.051583	-	255.0819	8/4/2015	1:29:40 PM		- 7.18877	112.6949	- 7.18853	112.6948	302	296
karin	multi spirit	4.9	0.1	4.8	0.048612	-	382.1279	8/4/2015	3:45:15 AM	OVERTAKE	- 7.19153	112.7001	- 7.19155	112.6993	298.1	62.5
karin	multi spirit	5	0	5	0.178446	-	108.4361	8/4/2015	3:45:20 AM		- 7.19134	112.6997	- 7.19077	112.6968	298.5	40.4
karin	multi spirit	5.1	0.1	5	0.153589	-	125.9856	8/4/2015	3:45:25 AM		- 7.19016	112.6974	- 7.18977	112.6949	299.2	31.6

karin	multi spirit	5.2	0.1	5.1	0.104766	-	188.3921	8/4/2015	3:45:30 AM		- 7.18966	112.6966	- 7.18965	112.6948	298.7	146.9
karin	multi spirit	5.3	0	5.3	0.115565	-	177.4845	8/4/2015	3:45:35 AM		- 7.18945	112.6962	- 7.18948	112.6943	298.5	147.6
karin	multi spirit	4.6	0.1	4.5	0.122045	-	142.6935	8/4/2015	3:45:40 AM		- 7.18921	112.6958	- 7.18923	112.6938	299.3	70.2
TRANS POWER	HERCULES	7.6	8.6	1	0.07159	-	54.05765	8/4/2015	3:27:20 AM	CROSSING	- 7.19128	112.7001	- 7.19151	112.7013	157.1	116.8
TRANS POWER	HERCULES	7.8	8.7	0.9	0.142737	16.	-4.51917	8/4/2015	3:27:25 AM		- 7.19092	112.6988	-7.1906	112.7012	152.9	118.4
TRANS POWER	HERCULES	8	8.9	0.9	0.234634	-163.	2.96865	8/4/2015	3:27:30 AM		- 7.19042	112.6973	- 7.19059	112.7012	148.7	121.1
TRANS POWER	HERCULES	8.1	9	0.9	0.093034	-17	43.98924	8/4/2015	3:27:35 AM		- 7.18952	112.6947	- 7.19043	112.6935	145.4	123.2
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.199319	-	3.883217	8/4/2015	3:27:40 AM		- 7.18937	112.6944	- 7.18946	112.6911	132.8	114.1
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.3	0.2	0.176818	-	4.377371	8/4/2015	3:27:45 AM		- 7.18917	112.6941	- 7.18933	112.6911	133.1	115.2
TRANS POWER	HERCULES	8.5	8.4	0.1	0.281428	-	1.375132	8/4/2015	3:27:50 AM		- 7.18891	112.6938	- 7.18904	112.6891	132.8	115.5
TRANS POWER	HERCULES	8.6	8.5	0.1	0.252027	-	1.535548	8/4/2015	3:27:55 AM		- 7.18866	112.6936	- 7.18904	112.6894	132	115.4
TTITAN NUSANTARA	SHANGHAI W	8.3	5.8	2.5	0.061142	-	158.2389	8/4/2015	12:36:40 PM	OVERTAKE	- 7.19143	112.7004	- 7.19061	112.701	297.7	297.6
TTITAN NUSANTARA	SHANGHAI W	8.3	5.9	2.4	0.049577	-	187.3443	8/4/2015	12:36:46 PM		-7.1911	112.6998	-7.1904	112.7002	297.3	294.3
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.2	7.1	0.1	0.045115	-	8.578068	8/4/2015	2:35:23 PM	overtaking	- 7.19153	112.6993	- 7.19137	112.7001	292	294.4
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.3	7.1	0.2	0.046355	-	16.69717	8/4/2015	2:35:28 PM		- 7.19137	112.699	- 7.19125	112.6998	292.6	294.5
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.6	7	0.6	0.047716	-	48.66296	8/4/2015	2:35:33 PM		- 7.19106	112.6985	- 7.19098	112.6993	292.3	298
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.5	7.1	0.4	0.047716	-	32.44198	8/4/2015	2:35:38 PM		- 7.19088	112.6981	-7.1908	112.6989	292.4	297.9

Kuisisioner untuk Ahli Nautika (Senior Officer)

Nama :

Ijazah pelaut :

Pengalaman melaut :

Umur :

Jenis kelamin : L/P

NEAR MISS: Kondisi dimana kecelakaan hampir terjadi (nyari terjadi tubrukan). menurut accident pyramid dari 600 kejadian near miss menyebabkan 1 kejadian berbahaya (misalnya tubrukan antar kapal)

1. Apakah panjang kapal (L) berpengaruh terhadap kondisi near miss (nyaris tubrukan)

- A. Ya
- B. Tidak

Jika jawaban anda adalah **“YA”** maka silahkan jawab pertanyaan nomor 2,3,4, jika jawaban anda adalah **“TIDAK”** maka abaikan pertanyaan 2,3,4 silahkan langsung menjawab pertanyaan nomor 5 dan seterusnya.

2. **Jarak aman (jarak minimum)** antar kapal pada kondisi pertemuan **Head on (saling berhadapan)** berdasarkan panjang kapal (pada wilayah pelayaran di **selat Madura**)

- a. $\frac{1}{4}$ L, jarak minimum 0,25 kali panjang kapal
- b. $\frac{1}{2}$ L, jarak minimum 0,5 panjang kapal
- c. L, jarak minimum sama dengan panjang kapal
- d. 2L, jarak minimum 2 kali panjang kapal
- e. 3L, jarak minimum 3 kali panjang kapal
- f. $>3L$, jarak minimum lebih dari 3 kali panjang kapal

3. Jarak aman (jarak minimum) antar kapal pada kondisi pertemuan **overtaking (saling mendahului)** berdasarkan panjang kapal (pada wilayah pelayaran di **selat Madura**)

- $\frac{1}{4} L$, jarak minimum 0,25 kali panjang kapal
- $\frac{1}{2} L$, jarak minimum 0,5 panjang kapal
- L , jarak minimum sama dengan panjang kapal
- $2L$, jarak minimum 2 kali panjang kapal
- $3L$, jarak minimum 3 kali panjang kapal
- $>3L$, jarak minimum lebih dari 3 kali panjang kapal

4. Jarak aman (jarak minimum) antar kapal pada kondisi pertemuan **crossing (haluan menyilang)** berdasarkan panjang kapal (pada wilayah pelayaran di **selat Madura**)

- $\frac{1}{4} L$, jarak minimum 0,25 kali panjang kapal
- $\frac{1}{2} L$, jarak minimum 0,5 panjang kapal
- L , jarak minimum sama dengan panjang kapal
- $2L$, jarak minimum 2 kali panjang kapal
- $3L$, jarak minimum 3 kali panjang kapal
- $>3L$, jarak minimum lebih dari 3 kali panjang kapal

5. Silahkan jawab pertanyaan nomor 5,6,7 jika menurut anda panjang kapal tidak berpengaruh terhadap kondisi near miss, namun jika menurut anda panjang kapal berpengaruh maka pertanyaan 5,6,7 tidak perlu dijawab, berapa jarak aman (jarak minimum) antar kapal pada kondisi head on (berhadapan)? (pada wilayah pelayaran di selat Madura)

- 1 Nm
- 1,5 Nm
- Lebih dari $<1,5$ Nm

6. jarak aman (jarak minimum) antar kapal pada kondisi **overtake (mendahului)**? (pada wilayah pelayaran di selat Madura)
- 1 Nm
 - 1,5 Nm
 - Lebih dari <1,5 Nm
7. jarak aman (jarak minimum) antar kapal pada kondisi **crossing (menyilang)** ? (pada wilayah pelayaran di selat Madura)
- 1 Nm
 - 1,5 Nm
 - Lebih dari <1,5 Nm
8. **Kecepatan relative** antar kapal yang aman saat pertemuan **saling berhadapan (head on)** (pada wilayah pelayaran di selat Madura)
- 15 knot
 - 10 knot
 - 5 knot
9. **Kecepatan relative** antar kapal yang aman saat pertemuan **mendahului (overtake)** (pada wilayah pelayaran di selat Madura)
- 15 Knot
 - 10 Knot
 - 5 Knot
10. **Kecepatan relative** antar kapal yang aman saat pertemuan **Crossing (menyilang)** (pada wilayah pelayaran di selat Madura)
- 15 knot
 - 10 knot
 - 5 knot

VCRO CLUSTERNG dengan metode k-means clustering

vessel 1	vessel 2	speed of vessel no 1	speed of vessel no 2	relative speed (kn)	distance (Nm)	phase	vcro	cluster
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.9	7.6	3.3	0.0043 53619	5.13 87	- 3523 .5	1 (low)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.9	7.2	3.7	0.0083 83054	5.27 4	- 2040 .1	1 (low)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	8	2.8	0.0098 54075	- 13.6 561	- 1323 .07	1 (low)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	8.2	2.6	0.0022 26477	- 12.5 744	- 64.2 986	2 (medium)
TRANS POWER	HERCUL ES	7.8	8.7	0.9	0.1427 36822	16.2 708	- 4.51 917	2 (medium)

TRANS POWER	HERCUL ES	8.5	8.4	0.1	0.2814 27568	-	1.37 5132	2 (medi um)
TRANS POWER	HERCUL ES	8.6	8.5	0.1	0.2520 2732	-	1.53 5548	2 (medi um)
TRANS POWER	HERCUL ES	8	8.9	0.9	0.2346 34194	- 163. 2494	2.96 865	2 (medi um)
TRANS POWER	HERCUL ES	8.5	8.3	0.2	0.1993 19259	-	3.88 3217	2 (medi um)
TRANS POWER	HERCUL ES	8.5	8.3	0.2	0.1768 18463	-	4.37 7371	2 (medi um)
HOANG - HAI	MY HUNG	9.6	9.8	0.2	0.1232 71486	-	6.27 8824	2 (medi um)
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.2	7.1	0.1	0.0451 15053	-	8.57 8068	2 (medi um)

HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	9.9	0.5	0.1745 83762	-	11.0 835	2 (medium)
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.3	7.1	0.2	0.0463 55155	-	16.6 9717	2 (medium)
RELIANCE	MY HUNG	10.5	9.9	0.6	0.0871 0754	-	26.6 567	2 (medium)
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	7.9	8.3	0.4	0.0565 58395	-	27.3 6994	2 (medium)
RELIANCE	MY HUNG	10.4	9.8	0.6	0.0839 50464	-	27.6 5917	2 (medium)
MUSI RIVER	TITIAN NUSANTARA	8	8.3	0.3	0.0415 4843	-	27.9 4329	2 (medium)
MERATUS SUMBA	HIJAU TERANG	7.5	7.1	0.4	0.0477 1596	-	32.4 4198	2 (medium)

box voyager	spring mas	9.3	8.7	0.6	0.0658 0028	-	35.2 886	2 (medium)
RELIANCE	MY HUNG	10.9	10.5	0.4	0.0421 23461	-	36.7 4912	2 (medium)
box voyager	spring mas	8.3	7.6	0.7	0.0656 16111	-	41.2 8559	2 (medium)
RELIANCE	HOANG HAI 68	10.6	9.6	1	0.0479 87136	0	43	2 (medium)
box voyager	spring mas	8.5	7.9	0.6	0.0529 53051	-	43.8 5016	2 (medium)
TRANS POWER	HERCULES	8.1	9	0.9	0.0930 3371	- 17.9 103	43.9 8924	2 (medium)
RELIANCE	MY HUNG	11.2	10.7	0.5	0.0409 33282	-	47.2 7205	2 (medium)

HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.5	1.1	0.0886 80101	-	48.0 04	2 (medi um)
MERATU S SUMBA	HIJAU TERANG	7.6	7	0.6	0.0477 1596	-	48.6 6296	2 (medi um)
TRANS POWER	HERCUL ES	7.6	8.6	1	0.0715 90234	-	54.0 5765	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.2	9.9	2.7	0.1745 61212	-	59.8 5866	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.2	9.8	2.6	0.1641 6	-	61.2 9386	2 (medi um)
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.7	1.3	0.0681 44919	-	73.8 2795	2 (medi um)
MUSI RIVER	SHANGH AI W	7.9	5.8	2.1	0.1091 84208	-	74.4 3384	2 (medi um)

box voyager	spring mas	10	8.9	1.1	0.0527 54435	-	80.6 9464	2 (medi um)
MUSI RIVER	SHANGH AI W	8	5.9	2.1	0.0988 731	-	82.1 9627	2 (medi um)
RELIANC E	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.0950 43068	0	82.9 2857	2 (medi um)
MUSI RIVER	SHANGH AI W	7.9	5.8	2.1	0.0967 18809	-	84.0 2709	2 (medi um)
RELIANC E	MY HUNG	11.4	10.8	0.6	0.0264 82032	-	87.6 8209	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.3	10.5	3.2	0.1215 97161	-	101. 8445	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.1266 93023	-	103. 8573	2 (medi um)

box voyager	spring mas	9.1	8.1	1	0.0370 40221	-	104. 481	2 (medi um)
karin	multi spirit	5	0	5	0.1784 46103	-	108. 4361	2 (medi um)
box voyager	spring mas	8.9	7.9	1	0.0340 37139	-	113. 6993	2 (medi um)
HOANG - HAI	MY HUNG	9.4	10.8	1.4	0.0470 91592	-	115. 0524	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	5	7.2	2.2	0.0727 57861	-	117. 0183	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	5	7.2	2.2	0.0722 32948	-	117. 8686	2 (medi um)

FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	5	7.3	2.3	0.0718 99129	-	123. 7984	2 (medi um)
karin	multi spirit	5.1	0.1	5	0.1535 88949	-	125. 9856	2 (medi um)
HOANG - HAI	MY HUNG	9.5	10.7	1.2	0.0343 73874	-	135. 1026	2 (medi um)
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.0585 69466	-	138. 7583	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	5	7.2	2.2	0.0605 88385	-	140. 522	2 (medi um)
karin	multi spirit	4.6	0.1	4.5	0.1220 44779	-	142. 6935	2 (medi um)

RELIANCE	HOANG HAI 68	10.9	9.4	1.5	0.0647 00924	0	145. 125	2 (medium)
RELIANCE	mataram express	11.3	7.3	4	0.1008 80325	-	153. 4491	2 (medium)
TITIAN NUSANTARA	SHANGHAI W	8.3	5.8	2.5	0.0611 41737	-	158. 2389	2 (medium)
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.1	2.2	0.0529 22755	-	160. 876	2 (medium)
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.1	9.4	1.7	0.0850 15279	0	164. 475	2 (medium)
FALCON STAR	MERATUS BONTANG	4.9	7.2	2.3	0.0503 82318	-	176. 6691	2 (medium)

karin	multi spirit	5.3	0	5.3	0.1155 65047	-	177. 4845	2 (medium)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	5	7.2	2.2	0.0478 68495	-	177. 8623	2 (medium)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	4.8	7.2	2.4	0.0502 46122	-	184. 8501	2 (medium)
TITIAN NUSANT ARA	SHANGH AI W	8.3	5.9	2.4	0.0495 77176	-	187. 3443	2 (medium)
mataram express	hoang hai	7.2	9.6	2.4	0.0493 02917	-	188. 3864	2 (medium)
karin	multi spirit	5.2	0.1	5.1	0.1047 65567	-	188. 3921	2 (medium)

KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	4	13.2	0.2685 55958	-	190. 2173	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	5.2	14.4	0.2893 65942	-	192. 5866	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	4.9	7.1	2.2	0.0436 36544	-	195. 1117	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.5	6.1	4.4	0.0870 00352	-	195. 7233	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	4.9	7.2	2.3	0.0454 40286	-	195. 8834	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	4.9	7.2	2.3	0.0450 53608	-	197. 5646	2 (medi um)

mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.0369 61412	-	219. 878	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.5	6.2	4.3	0.0749 58925	-	222. 0016	2 (medi um)
FALCON STAR	MERATU S BONTAN G	4.9	7.2	2.3	0.0394 79134	-	225. 4609	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.6	6.2	4.4	0.0728 73995	-	233. 6636	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.6	6.2	4.4	0.0728 11947	-	233. 8627	2 (medi um)
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.0336 36409	-	241. 6132	2 (medi um)

mataram express	hoang hai	7.2	9.4	2.2	0.0349 00046	-	243. 9538	2 (medi um)
DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.0734 18159	-	253. 0164	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.3	10.7	3.4	0.0515 83428	-	255. 0819	2 (medi um)
MUSI RIVER	SHANGH AI W	8.1	6	2.1	0.0270 86262	-	300. 0414	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	4.9	14.1	0.1793 33667	-	304. 2764	2 (medi um)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	6.9	3.9	0.0159 46009	8.63 4	307. 5417	2 (medi um)

DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.0588 22832	-	315. 7957	2 (medi um)
DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.0548 91737	-	338. 4116	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.6	6.2	4.4	0.0493 5021	-	345. 0441	2 (medi um)
mataram express	my hung	7.3	10.8	3.5	0.0389 73637	-	347. 5426	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	4.2	13.4	0.1481 69742	-	349. 9905	2 (medi um)
DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7	4.9	0.0539 05417	-	351. 7828	2 (medi um)

LABOBAR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.2128 07279	-	354. 6166	2 (medium)
RELIANCE	mataram express	10.7	7.2	3.5	0.0365 68806	-	370. 3977	2 (medium)
karin	multi spirit	4.9	0.1	4.8	0.0486 11999	-	382. 1279	2 (medium)
meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.0121 34991	-	382. 695	2 (medium)
RELIANCE	HOANG HAI 68	11.4	9.4	2	0.0864 67474	0	387	2 (medium)
RELIANCE	mataram express	10.9	7.3	3.6	0.0348 62427	-	399. 6279	2 (medium)
RELIANCE	MY HUNG	11.6	10.7	0.9	0.0085 3815	-	407. 9338	2 (medium)

MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	7.8	3	0.0281 88828	0	411. 8653	2 (medi um)
RELIANC E	mataram express	10.6	7.2	3.4	0.0319 0116	-	412. 4615	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	5	14.2	0.1313 17741	-	418. 4812	2 (medi um)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	7.6	3.2	0.0294 98041	0	419. 8245	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.3	6.2	5.1	0.0462 16555	-	427. 0548	2 (medi um)
DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	12	7.1	4.9	0.0418 35191	-	453. 2787	2 (medi um)

DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.0404 7119	-	458. 9932	2 (medi um)
mataram express	hoang hai	7.3	9.4	2.1	0.0172 20836	-	471. 9283	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.8	6.2	5.6	0.0456 19614	-	475. 0588	2 (medi um)
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.0430 00414	-	476. 9954	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.7	6.2	4.5	0.0361 8403	-	481. 2897	2 (medi um)
CIREMAI	KYODO	14.5	9.2	5.3	0.0421 23461	-	486. 9258	2 (medi um)

DHARM A SANTOS A	HIJAU TERANG	11.9	7.1	4.8	0.0376 14401	-	493. 8534	2 (medi um)
LABOBA R	ASIA INOVATO R	9.8	9.7	19.5	0.1518 31254	-	497. 0321	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.7	6.2	4.5	0.0340 02853	-	512. 1629	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	4.4	13.6	0.0993 73206	-	529. 6398	2 (medi um)
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	16.3	26.7	0.1942 9272	-	531. 8213	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	10.8	6.2	4.6	0.0328 025	-	542. 7025	2 (medi um)

ANASSA IOANNA	SINABUN G	9.9	14.3	4.4	0.0307 98942	-	552. 8761	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.1	6.2	4.9	0.0334 01521	-	567. 7286	2 (medi um)
meratus project	mataram express	6	7.2	1.2	0.0080 27677	-	578. 4986	2 (medi um)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.8	7.9	2.9	0.0167 66109	0	669. 3861	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.3	6.2	5.1	0.0293 79176	-	671. 8024	2 (medi um)
box voyager	spring mas	10.5	6.7	3.8	0.0211 22216	-	696. 2338	2 (medi um)

RELIANCE	mataram express	11.1	7.3	3.8	0.0203 27253	-	723. 4623	2 (medium)
RELIANCE	mataram express	11.4	7.3	4.1	0.0202 6979	-	782. 7905	2 (medium)
LABOR	ASIA INOVATOR	9.9	9.6	19.5	0.0926 48957	-	814. 5262	2 (medium)
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.1	14.7	4.6	0.0191 75703	-	928. 3623	2 (medium)
ANASSA IOANNA	SINABUNG	10.2	14.8	4.6	0.0174 31213	-	1021. .271	2 (medium)
PACIFIC LOHAS	SAMPARI	10.4	15.9	26.3	0.0958 48099	-	1061. .899	2 (medium)
RELIANCE	mataram express	11.6	7.3	4.3	0.0154 44378	-	1077. .479	2 (medium)

ANASSA IOANNA	SINABUN G	9.4	13.8	4.4	0.0155 75982	-	1093 .222	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.4	6.2	5.2	0.0177 13317	-	1136 .094	2 (medi um)
ANASSA IOANNA	SINABUN G	10.4	15	4.6	0.0145 89997	-	1220 .151	2 (medi um)
ANASSA IOANNA	SINABUN G	10.3	14.9	4.6	0.0142 56409	-	1248 .702	2 (medi um)
VERIZON	MERATU S BARITO	11.4	6.2	5.2	0.0156 6	-	1285 .057	2 (medi um)
MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.9	8.1	2.8	0.0097 34988	7.55 57	1305 .329	2 (medi um)

MERATU S BATAM	MERATU S KALABA HI	10.9	7.8	3.1	0.0046 45256	8.37 27	1384 .471	2 (medi um)
LABOBA R	ASIA INOVATO R	9.9	9.7	19.6	0.0545 82756	-	1389 .67	2 (medi um)
KYODO	MERATU S KAMPAR	9.2	4.6	13.8	0.0134 13322	-	3981 .564	3 (high)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melaksanakan seluruh proses pengerjaan skripsi ini dan hasil pengolahan data yang diperoleh, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi *Nearmiss* pada masing masing pertemuan berbeda, pada kondisi saling *Head On* dikatakan *Nearmiss* jika jarak antar kapal kurang dari 2L dan kecepatan relatif antar kapal lebih dari 10 knot, pada kondisi *Crossing* dikatakan *Nearmiss* jika jarak antar kapal kurang dari 2L dan kecepatan relatif antar kapal lebih dari 5 knot, pada kondisi *Overtake* dikatakan *Nearmiss* jika jarak antar kapal kurang dari L dan kecepatan relatif antar kapal lebih dari 5 Knot
2. Dari 23 Pertemuan antar kapal dengan 135 Pergerakan kapal yang terdeteksi oleh Automatic Identification System 13 pergerakan antar kapal dalam pertemuan antar kapal termasuk kedalam kondisi *Near Miss*.
3. Dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan metode Vessel Conflict Ranking Operator, untuk mendeteksi kondisi *near miss* dari setiap pertemuan antar kapal, dapat diketahui faktor faktor yang mempengaruhi kondisi *near miss* pada suatu pertemuan antar kapal, faktor faktor tersebut adalah:
 - Jarak antar kapal
 - Kecepatan relative antar kapal
 - Arah haluan kapal
 - Panjang kapal

4. Kondisi *near miss* pada masing masing kondisi pertemuan memiliki kondisi yang berbeda, jarak aman, kecepatan relative antar kapal aman pada kondisi haluan saling berhadapan (*head on*), menyilang (*crossing*) dan mendahului antar kapal (*overtake*) memiliki kondisi yang berbeda. Berikut ini adalah tindakan saat berada pada kondisi *near miss* pada masing masing pertemuan. Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi *near miss* pada pertemuan dengan kondisi saling berhadapan adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar dua kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan relative antar kapal yang aman yaitu sebesar 10 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari dua kali panjang kapal atau merubah haluan sebelum jarak minimal ketika melihat kapal datang dari arah haluan. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan
- Menjaga laju aman (kecepatan aman) agar dapat mengambil tindakan yang tepat dan efektif untuk menghindari keadaan *near miss*.
- Jika dua kapal yang sedang berlayar bertemu dengan haluan berhadapan (*head on*), sehingga mengakibatkan timbulnya kondisi *near miss* atau bahaya tubrukan, masing masing kapal harus merubah haluannya ke kanan, sehingga saling berpapasan pada lambung kiri.

Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi *near miss* pada pertemuan dengan kondisi menyilang (*crossing*) adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar dua kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan relatif antar kapal yang aman yaitu sebesar 10 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari dua kali panjang kapal. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan
- Menjaga laju aman (kecepatan aman) agar dapat mengambil tindakan yang tepat dan efektif untuk menghindari keadaan near miss.
- Untuk menghindari near miss atau tubrukan dengan kapal lain tidak boleh merubah haluan ke kiri untuk kapal yang berada di lambung kiri kapal yang sedang dalam kondisi memotong atau menyilang.
- Salah satu kapal harus mempertahankan haluan dan kecepatannya.

Sikap yang dilakukan untuk mengatasi kondisi near miss pada pertemuan dengan kondisi mendahului (Overtake) adalah:

- Menjaga jarak minimum yaitu sebesar satu kali panjang kapal, dan menjaga kecepatan aman yaitu sebesar 5 knot
- Melakukan perubahan haluan ketika jarak dengan kapal lain kurang dari satu kali panjang kapal. Dan juga mengurangi kecepatan untuk memperbanyak waktu yang dimiliki untuk merubah haluan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil setelah melakukan pengerjaan skripsi mengenai analisa near miss antar kapal pada aktivitas transportasi laut di Selat Madura, antara lain:

1. Melakukan penelitian serupa secara *real time* sehingga dapat diketahui pergerakan kapal dan kondisi *near miss* yang sesungguhnya, berdasarkan kondisi yang sedang berlangsung
2. Melakukan pengembangan terhadap *aisits.cf*, berupa tingkat bahaya pertemuan antar kapal dengan menggunakan metode *Vessel Conflict Ranking Operator* atau menggunakan metode lainnya.
3. Melakukan penelitian serupa dengan cakupan wilayah yang lebih luas di Selat Madura.
4. Melakukan perbandingan opini mengenai near miss terhadap pelaut dari beberapa negara, selain Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1] Hartigan, J.A., and M.A. Wong. 1979. "AS 136: A K-Means Clustering Algorithm." *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)* 28 (1): 100–108.
- [2] Zhang, Weibin., Goerlandt, Floris., Montewka, Jakub., and Kujala, Pentti 2015. "A Method For Detecting Possible Near Miss Ship Collisions from AIS Data"
- [3] Berglund, Robin, and Markku Huttunen. 2008. *Analysis of Crossing Ship Traffic in the Gulf of Finland*. Espoo, Finland.
- [4] Chin, Hoong-Chor, and Ser-Tong Quek. 1997. "Measurement of Traffic Conflicts." *Safety Science* 26 (3): 169–85.
- [5] Chauvin, Christine, and Salim Lardjane. 2008. "Decision Making and Strategies in an Interaction Situation: Collision Avoidance at Sea." *Transportation Research Part F* 11: 259–69.
- [6] IEC Technical Committee 80. "Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems". IEC.
- [7] Alexander, Lee; Schwehr, Zetterberg (2010). "Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process".
- [8] "Circular 289: Guidance On the Use of AIS Application-Specific Messages". IMO.
- [9] "AIS Application Specific Messags". IALA-AISM
- [10] <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=AIMessages>

[11] ” International Regulation for Preventing Collision at Sea”.
IMO

[12] “For The Safety Navigation In Japanese Coastal Waters”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tangerang, 22 Januari 1994. Penulis mengawali masa pendidikan formal mulai dari TK Mutiara Indonesia, SD Islamic Village, SMPN 17 Kota Tangerang, dan SMAN 5 Kota Tangerang. Pada tahun 2012 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS

dengan NRP 4212100132, penulis aktif dalam kegiatan kampus. Dalam organisasi, penulis berkesempatan menjadi anggota Dewan Perwakilan Angkatan (DPA) HIMASISKAL, Panitia Marine Photography Contest Marine Icon, serta Koordinator Sponsorship Marine Icon dan juga penulis juga aktif dalam kegiatan UKM photography (UKAFO). Selain itu penulis juga aktif sebagai anggota Laboratorium Keandalan dan Keselamatan (RAMS) JTSP. Pengalaman kerja praktek yang pernah ditempuh penulis antara lain PT. Dok Kodja Bahari (Galangan II), Jakarta, dan Komite Nasional Keselamatan Transportasi, Jakarta.